BAND 26, HEFT 4 JUNI 1956

PHYTOPATHOLOGISCHE ZEITSCHRIFT

Begründet von Prof. Dr. E. Schaffnit

Unter Mitwirkung von

Prof. Dr. E. Baldacci, Mailand / Prof. Dr. H. Braun, Bonn / Prof. Dr. W. B. Brierley, Keswick-Cumberland / Prof. Dr. T. Hemmi, Kyoto / Oberreg.-Rat i. R. Dr. E. Köhler, Braunschweig / Prof. Dr. K. O. Müller, Canberra / Prof. Dr. H. M. Quanjer, Wageningen Prof. Dr. Tr. Savulescu, Bukarest / Prof. Dr. E. C. Stakman, St. Paul

herausgegeben von den Professoren

E. Gäumann Zürich

M. Klinkowski Aschersleben

H. Richter Berlin-Dahlem



Mit 39 Abbildungen

1 9 5 6

PAUL PAREY IN BERLIN UND HAMBURG

Phytopath. Z. Bd. 26, Heft 4, *S. 333—456, Berlin 1956*



INHALT

Abhandlungen

Manuskripte: In deutscher, englischer, französischer oder italienischer Sprache abgefaßte Originalarbeiten werden druckfertig und möglichst in Schreibmaschinenschrift erbeten. Aufnahme von Tabellen und Abbildungen unterliegt jeweils vorheriger Vereinbarung.
„Kurze Mitteilungen" sind solche Veröffentlichungen in den vorerwähnten Sprachen, die im allgemeinen einen Umfang von vier Druckseiten nicht übersteigen. Sie erscheinen möglichst schon im nächsten Heft.
Die „Besprechungen" erscheinen nur in deutscher Sprache.

Herausgeber: Prof. Dr. E. Gäumann, Zürich 6, Universitätsstraße 2, Prof. Dr. M. Klinkowski, Aschersleben, Ermslebener Str. 52, und Prof. Dr. H. Richter, Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.
Zusendung der Manuskripte von Originalarbeiten und „Kurzen Mitteilungen" entweder an den Verlag Paul Parey, Berlin SW 68, Lindenstraße 44/47, oder an einen der drei Herausgeber.
Zusendung der „Besprechungen" unmittelbar an Prof. Richter, Berlin-Dahlem. Soweit nicht eine Aufforderung der Herausgeber zur Besprechung bestimmter Arbeiten ergangen ist, empfiehlt es sich, Prof. Richter vorher von der Absicht der Besprechung zu verständigen.

Honorierung: Das Mitarbeiterhonorar für Originalarbeiten und „Kurze Mitteilungen" beträgt 32,— DM je Druckbogen von 16 Seiten. Bei Beiträgen von mehr als drei Bogen werden nur die ersten drei Bogen honoriert; Dissertationen und Buchbesprechungen sind honorarfrei.

Sonderdrucke: Jeder Mitarbeiter erhält unberechnet 20 Sonderdrucke seines Beitrages (Originalarbeiten und Kurze Mitteilungen). Mehrbedarf gegen Berechnung.

Erscheinungsweise: Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge. Jährlich erscheinen etwa 10—12 Hefte, von denen 4 einen Band bilden. Jeder Band enthält etwa 30 Druckbogen.

Bezugsbedingungen: Der Preis des Bandes richtet sich nach dem Umfang. Er beträgt je Druckbogen von 16 Seiten etwa 3,— DM. Die Hefte sind auch einzeln käuflich. Das Abonnement verpflichtet zum Bezug eines ganzen Bandes. Es verlängert sich jeweils, falls nicht spätestens unverzüglich nach Eingang der letzten Lieferung des berechneten Bandes Abbestellung erfolgt.

Abonnementspreis dieses Heftes 24,60 DM — Einzelpreis 26,40 DM

Academia Republicii Populare Romîne, Institutul de Cercetări agronomice București

Einfluß der klimatischen Bedingungen auf die Bildung, das Auftreten und die Reifung der Perithecien von *Endostigme inaequalis* (Cooke) Sydow und auf das Ausschleudern der Ascosporen

Von

A. Săvulescu, V. Bontea, A. Hulea, D. Becerescu, A. Marin, V. Șuta und E. Piersică

Mit 9 Abbildungen

Der Apfelschorf, welcher als Erreger den Pilz *Endostigme inaequalis* (Cooke) Sydow hat, ist überall bekannt. Die wirksamste Bekämpfung dieser Krankheit erfolgt gegenwärtig durch chemische Behandlung. Es wurde aus den Untersuchungen der letzten 30 Jahre ermittelt, daß die Wirksamkeit der chemischen Bekämpfungsmittel in hohem Grade von dem Zeitpunkt der Behandlung abhängt. Bei der Terminwahl müssen in erster Linie die Entwicklungsphasen des Pilzes berücksichtigt werden. In Rumänien wurde das Auftreten der Hauptfruchtform des Pilzes zum ersten Male im Jahre 1945 festgestellt (12). Es ist wahrscheinlich, daß sie schon ein bis zwei Jahre früher auftrat, als Folge des kalten Herbstes 1941 und der sehr niedrigen Temperaturen des Winters 1941—42.

Gaudineau, Raucourt und Morel (6) zeigen, daß in Frankreich dem Auftreten der Hauptfruchtform des Pilzes niedrige Temperaturen im Winter vorangingen, und erwähnen, daß diese Tatsache von anderen Autoren auch für England festgestellt wurde. Bei dieser Krankheit spielen die Ascosporen in den meisten Fällen eine wesentliche Rolle für die im Frühling hervorgerufenen Infektionen (19). Die Biologie der parasitischen Pilze, welche in

ihrem Lebenszyklus auch eine saprophytische Phase aufweisen, steht in engstem Zusammenhange mit den Außenbedingungen.

Für das Studium der Biologie der Hauptfruchtform von *Endostigme inaequalis* (Cooke) Sydow ist es notwendig, um die Warntermine genauestens bestimmen zu können, die verschiedenen Entwicklungsphasen der Perithecien bis zur Ascosporenaussaat so gründlich wie möglich mehrere Jahre hindurch, unter verschiedenen klimatischen Verhältnissen und bei zahlreichen Apfelsorten zu untersuchen.

Die zahlreichen Forschungen der letzten Jahre, die insbesondere von Keitt und Wilson (15), Wilson (32), Winkelmann und Holz (34), Wiesmann (30), Holz (9), Raucourt (17), Darpoux (3), Schad (22), Jahn (13), Storoženko (26), Tschugunin und Juganowa (27), Colombin (2) u. a. durchgeführt wurden, zeigen, daß der Entwicklungsvorgang der Perithecien und die Reifung der Ascosporen an verschiedenen Standorten und sogar an demselben Orte, von Jahr zu Jahr Unterschiede aufweisen. Um einen Gesamtüberblick zu erhalten, sind jedoch umfangreiche Beobachtungen und Versuche sowohl im Freiland, als auch im Laboratorium notwendig, die möglichst zahlreiche Gebiete und Jahre umfassen sollen. Nur auf diese Weise kann man richtige Schlüsse für eine gute und leicht anwendbare Warnmethode ziehen.

Im Rahmen der phytopathologischen Abteilung des Landwirtschaftlichen Forschungsinstituts der Akademie der Rumänischen Volksrepublik, begann schon im Jahre 1950 ein gründliches Studium des Apfelschorfes. Gegenwärtig werden Untersuchungen über die Biologie des Parasiten, in seinem ganzen Entwicklungszyklus, durchgeführt; es wird die Cytologie der Perithecienanlagen und der Primordienentwicklung der Asci studiert. Auf Grund der erhaltenen Ergebnisse, wurde eine Warnmethode ausgearbeitet, die zu sehr guten Ergebnissen führte. Gleichzeitig wird an der Widerstandsfähigkeit der Sorten und an experimentellen Infektionen gearbeitet, um die Inkubationszeit in Abhängigkeit von Temperatur, Feuchtigkeit, Sorte u. a. festzustellen. Es wird die Anwendung verschiedener Behandlungsmethoden und chemischer Präparate untersucht. Ein bedeutender Teil der Forschungen war auf das Studium der Hauptfruchtform gerichtet, das neue Fragen in bezug auf die Bekämpfung ergab.

In einer vorläufigen Arbeit (21) sind die ersten Ergebnisse unserer Forschungen mitgeteilt worden.

Die vorliegende Arbeit enthält die Ergebnisse von vier Jahren in zahlreichen Obstbaugebieten unseres Landes. Sie unterscheidet sich von den anderen bisher erschienenen Arbeiten dieser Art, welche sich gewöhnlich auf ein einziges Obstbaugebiet oder eine geringe Anzahl von Ortschaften beschränken.

I. Die Arbeitsmethode

Die Untersuchungen wurden in sieben Obstbaugebieten durchgeführt. Ausführliche Beobachtungen wurden an Versuchsstationen des Landwirt-

schaftlichen Forschungsinstitutes der Rumänischen Volksrepublik in drei wichtigen Obstbaugebieten gemacht, nämlich in Voineşti (Verwaltungsbezirk Târgovişte), Bilceşti (Verwaltungsbezirk Muscel) und Bistriţa (Verwaltungsbezirk Bistriţa).

Für die Analyse des Auftretens und der Entwicklung der Perithecien auf den Blättern, sammelten wir jedes Jahr, bereits in den Monaten Oktober und November abgefallene Laubblätter, und zwar solche, die zahlreiche Schorfflecke zeigten.

Da der Pilz heterothallisch ist, wählten wir insbesondere Blätter mit zahlreichen Schorfflecken oder Infektionspunkten, damit die Möglichkeit zur Bildung der Perithecien im Höchstmaße gesichert war. Die Blätter wurden in weitmaschige Drahtsäckchen gelegt, um eine gute Durchlüftung zu ermöglichen und im Freiland unter den natürlichen Bedingungen des Obstgartens aufbewahrt. Ab 15. Dezember wurden mit Hilfe der Binokularlupe in 15tägigen Abständen Analysen gemacht, um das Auftreten der Perithecien festzustellen. Jedes Mal wurden etwa 30 Blätter jeder Herkunft analysiert.

Die Untersuchung des Bildungs- und Reifungsvorganges der Asci und der Ascosporen begann an dem Tage, an welchem die ersten hellen Asci mit ungefärbten Ascosporen auftraten und wurde dann alle drei Tage wiederholt. Jedes Mal wurden mikroskopisch mindestens 50, von 10 Blättern stammende Perithecien untersucht.

Die Beobachtung der Ascosporenaussaat begann gewöhnlich Anfang März und dauerte bis Ende Mai, wo man nur noch eine unbedeutende Zahl von Ascosporen auf den Objektträgern fangen konnte. Dabei wurden zwei Methoden angewendet: In der Obstanlage wurden entweder vaselinierte Objektträger in einem Abstand von 3 mm über den Blättern ausgelegt, oder es wurden befeuchtete, unter konstanten Verhältnissen im Laboratorium aufbewahrte Blätter analysiert. Alle 24 Stunden wurden die Objektträger untersucht und ausgewechselt.

Der Ascosporenflug wurde auf folgende Weise untersucht: In der Obstanlage wurden vaselinierte Objektträger paarweise auf Drahtgestellen, sei es an Baumästen in verschiedener Höhe, sei es in verschiedenen Höhen zwischen dem Boden und der Baumkrone, befestigt.

Außer dieser Methode, welche von zahlreichen Autoren angewendet wird, erwähnt die Literatur noch eine zweite, hierbei werden kleine Bäumchen (16) oder spezielle Luftsaugapparate in den Zweigen (14, 29, 30) angebracht. Uns scheint die Methode der Beurteilung der Ascosporenaussaat durch Infektion der Bäumchen, eine indirekte zu sein. Die Methode der Verwendung von Luftsaugapparaten weist, im Vergleich mit derjenigen der vaselinierten Objektträger, eine Reihe von Vorteilen auf, zeigt jedoch auch einige Unzulänglichkeiten. Mit Hilfe des Luftsaugapparates können nur Sporen aus einer einzigen Richtung aufgefangen werden und nicht auch diejenigen, welche durch Luftströmungen oder Wind aus den der Öffnung des Apparates entgegengesetzten Richtungen gebracht werden. Dazu kommt

die Tatsache, daß er in einem geringen Abstand von den Blättern, welche Ascosporen aussäen, angebracht wird und dadurch viel größere Mengen von Sporen auffängt, die der Anzahl der ausgeschleuderten Ascosporen entsprechen, nicht aber der Anzahl der Sporen, welche in verschiedenen Etagen der Krone auf die Blätter gelangen.

Im allgemeinen wurden in einer Obstanlage 10 Doppelobjektträger auf je drei bis vier Bäumen, in verschiedenen Punkten der Anlage ausgelegt. Die Sporenfallen wurden jeden zweiten Tag untersucht und ausgezählt. Die Untersuchungen erstreckten sich auf einen Zeitraum, der mit dem Datum begann, an welchem in den Perithecien die ersten Asci mit reifen Ascosporen festgestellt wurden und bis Ende Mai oder Anfang Juni dauerte, wenn auf den Objektträgern keine Ascosporen mehr vorgefunden wurden.

Um festzustellen, bis zu welcher Höhe und Entfernung vom Infektionsherd der Flug der Ascosporen und Konidien erfolgen kann, wurden innerhalb der Versuchsstationen Bistriţa und Cluj, Objektträger auf entsprechend hergerichteten Pfählen angebracht.

Der größte Teil der Ergebnisse wurde in verschiedenen graphischen Darstellungen festgelegt.

In derselben Abbildung ist der Reifungsvorgang der Ascosporen und deren Aussaat dargestellt; die mit A bezeichnete Kurve zeigt die Ascusphase mit jungen, ungefärbten Ascosporen, während die Kurve B die Reifungsprozesse, beginnend mit einer gelb-olivgrünen Färbung bis zu der braun-olivgrünen Färbung der Ascosporen wiedergibt, und die Kurve C den am Mikroskop analysierten Schleudervorgang darstellt. Eine andere Kurve derselben Abbildung zeigt die Ascosporenaussaat, so wie sie unter natürlichen Verhältnissen im Obstgarten stattfindet. Die Darstellungen, welche sich auf die Biologie des Pilzes beziehen, sind von Kurven begleitet, die in ausführlicher Weise die klimatischen Verhältnises widerspiegeln, wie z. B. maximale und minimale Tagestemperaturen, tägliche Niederschläge, Minimum und Maximum der relativen Luftfeuchtigkeit und die phänologischen Phasen der Bäume der Obstanlage, in welcher die Untersuchungen gemacht wurden. Es bezeichnen I die Phase „Winterruhe", II „Anschwellen der Knospen", III „Beginn des Knospenaufbruchs", IV „Knospenaufbruch", V „Beginn der Blattbildung", VI „Entfaltung der Blätter", VII „Rotfärbung der Kronenblätter", VIII „Ende der Blüte", IX „Abfall der Blüte" und X „haselnußgroße Früchte".

II. Die Verbreitung der Hauptfruchtform des Pilzes *Endostigme inaequalis* (Cooke) Sydow in der Rumänischen Volksrepublik

Um die Verbreitung der Hauptfruchtform des genannten Pilzes zu erforschen, wurden Reisen in die wichtigsten Obstbaugebiete unternommen. Gleichfalls untersuchten wir ein umfangreiches Material, welches uns durch den Landwirtschaftsdienst der Volksräte aus zahlreichen Gegenden des Landes zugeschickt wurde.

Die Hauptfruchtform des Pilzes *Endostigme inaequalis* (Cooke) Sydow wurde in unserem Lande zum erstenmal im Jahre 1945 entdeckt und zwar in der Umgebung der Stadt Timişoara (12). Im darauffolgenden Jahre wurde sie auch in den Gebieten Cluj (Umgebung der Stadt) und Ploeşti (Ciorani) gefunden. Mit Beginn des Jahres 1949, wurden innerhalb von fünf Jahren, nach dem Hauptlaubfall der Bäume, aus 61 Orten, die in elf verschiedenen

Verwaltungsgebieten des Landes (București, Ploești, Pitești, Craiova, Timișoara, Hunedoara, Stalin, Ungarische Autonome Region, Cluj, Suceava, Iași) liegen, Proben gesammelt und von jeder Herkunft eine große Anzahl von Blättern untersucht. Abbildung 1, zeigt die wichtigsten Obstbaugebiete unseres Landes (1) mit den Orten, wo die Hauptfruchtform gefunden wurde. Daraus läßt sich schließen, daß Perithecien des Pilzes *Endostigme inaequalis* (Cooke) Sydow in allen Obstbaugebieten, welche in der Zone der Buchen- und Eichenwälder liegen (in der Karte mit I, II, III, IV, V bezeichnet), gefunden wurden; dieses ist übrigens die Zone, in welcher sich die meisten Obstbauanlagen befinden. Das Obstbaugebiet IV wurde weniger untersucht; man fand jedoch Perithecien in einigen Orten, die an der Süd-, Ost- und Nordgrenze des Gebietes liegen. In den Obstbaugebieten der Silvo-Steppe und der Steppe (VI, VII, VIII, IX), wo der Apfelanbau in geringerem Maße betrieben wird, wurde die Hauptfruchtform ebenfalls gefunden. In den Obstbaugebieten VIII und IX, in einzelnen Ortschaften aus der Umgebung der Stadt Iași und des Dorfes Crăciunelul, hat man die Hauptfruchtform weniger häufig und nicht jedes Jahr gefunden. Die Zonen X und XI (trokkene Steppe und überschwemmbare Zone der Donau), wo der Apfelanbau nur sporadisch erfolgt, wurden noch nicht untersucht.



Abb. 1. Die Verbreitung der Hauptfruchtform des Pilzes *Endostigme inaequalis* (Cooke) Syd. in den Obstbaugebieten der Rumänischen Volksrepublik

Tabelle 1

Auftreten der Perithecien von *Endostigme inaequalis* (Cooke) Sydow auf den Apfelblättern

Belichtete Seite	Blätter mit Perithecien		
	auf der Oberseite %	auf der Unterseite %	auf beiden Seiten %
Oberseite	29	3	10
Unterseite	1	41	16

An Hand eines umfangreichen Materials versuchten wir zu bestimmen, auf welcher Blattseite die Perithecien sich gewöhnlich bilden und ob ihre Entwicklung an diejenige Blattfläche gebunden ist, welche dem Licht ausgesetzt war. Schad und Soulié (23) zeigen, daß in Frankreich besonders

Tabelle 2 Anwesenheit der Perithecien des Pilzes *Endostigme* prozente bei verschiedenen Apfelsorten

Sorte	1952—1953			
	Prozent der perithecienhaltigen Blätter am			
	15. XII.	15. I.	15. II.	15. III.
Belle de Boskoop	0	3	3	3
Belle fleur jaune	3	86	90	100
Bismarck	0	30	36	36
Boiken	0	3	10	10
Calville de neige	3	23	23	30
Călugăresc	3	96	100	100
Cox orange	0	10	10	10
Creţesc	13	86	96	100
Creţesc roşu de Vîlcea	0	10	13	20
Fey's Record	0	35	33	60
Gelber Edelapfel	0	56	60	83
Golden delicious	0	36	66	100
Gravensteiner	6	86	100	100
Jonathan	0	36	76	96
Kalterer Böhmer	0	46	46	70
London Pepping	0	3	3	33
Mamouth Pepping	0	43	80	100
McIntosh	0	56	63	93
Ontario	0	0	3	0
Parmain d'or	0	6	6	60
Red delicious	3	76	80	80
Reinette Baumann	0	0	0	0
Reinette de Canada	6	93	100	100
Rheinischer Bohnapfel	3	13	13	57
Ribston Pepping	0	70	70	94
Rome Beauty	0	70	70	70
Schöner aus Bath	13	80	100	100
Starking double Red delicious	0	43	56	56
Steymans Red	0	46	46	63
Wagner price apple	3	50	73	86
Wealthy	0	33	40	46
Winter Banana	3	66	86	100
Winter Dauerapfel (Hartapfel)	0	100	100	100

die Blattunterseite mit Perithecien besetzt gefunden wurde; RAUCOURT (17) deutet an, daß sie in Clermont besonders auf der dem Licht ausgesetzten Seite der Blätter erscheinen. Die Untersuchungen, die wir mehrere Jahre hindurch an zahlreichen, aus verschiedenen Obstanlagen stammenden Blättern durchführten, zeigen im allgemeinen, daß, unabhängig, welche Blattseite dem Licht ausgesetzt war, Blätter mit Perithecien auf der Unterseite häufiger angetroffen werden. Im Durchschnitt hatten etwa 10 % der Blätter Perithecien auf der Oberseite, 49 % auf der Unterseite und 29 % waren auf beiden Seiten mit Perithecien besetzt; 11 % der Blätter hatten keine Perithecien. Wenn man die Lage der Blätter auf dem Boden des Obstgartens in Betracht zieht, kann man an Hand zahlreicher Untersuchungen feststellen, daß nicht die Belichtung allein die Bildung der Perithecien auf der betreffenden Blattseite bedingt (Tab. 1).

inaequalis (Cooke) Sydow und deren Reifungs- *Tabelle 2*
(Versuchsstation Bilceşti — Gebiet Piteşti)

	1953—1954					
Reifungsprozent am	Prozent der perithecienhaltigen Blätter am					Reifungsprozent am
24. III.	25. XII.	25. I.	25. II.	25. III.	25. IV.	1. V.
0	0	0	0	0	13	0
15	—	—	—	—	—	—
8	0	0	0	13	13	5
0	0	0	0	0	20	41
2	0	0	0	53	100	62
2	0	0	0	73	100	40
0	0	0	0	0	20	10
11	—	—	—	—	—	—
0	0	0	0	0	13	0
4	0	0	0	53	100	22
2	6	6	6	6	6	26
3	0	0	0	20	100	6
3	0	0	0	0	100	8
10	0	0	0	40	86	36
1	0	0	26	40	100	26
0	0	0	0	20	80	7
13	0	0	0	48	86	23
4	0	0	0	73	100	15
2	0	0	0	0	46	18
0	0	0	0	0	80	1
12	0	0	0	40	100	17
0	0	0	0	26	73	40
17	0	0	6	0	13	0
0	0	0	6	100	100	52
4	0	0	0	6	40	14
0	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—
1	0	0	0	0	33	18
1	0	0	0	40	73	10
4	0	0	0	0	73	1
3	0	0	0	0	93	21
2	0	0	0	0	86	1
13	0	0	0	40	100	44

Dieses kann leicht durch Wilsons Untersuchungen (32) über die Entwicklung des perithecienbildenden Myzels erklärt werden. Der Verfasser zeigt, daß sich die Perithecien meist an den Stellen des Blattes bilden, wo sich diffuse Flecke vorfanden, und dies ist auf der Blattunterseite. Der gleiche Autor stellt fest, daß die Blattoberseite im Vergleich zur Blattunterseite die Anfälligkeit schneller verliert. Wenn wir außerdem die Tatsache in Betracht ziehen, daß die Möglichkeit der Perithecienbildung dort größer ist, wo auch die Befallsflecke zahlreicher sind, so können wir uns die größere Häufigkeit der Perithecien auf der Blattunterseite erklären.

Die Beobachtung mehrerer Autoren, daß man auf den Befallsflecken welche viele Konidienlager bildeten, eine kleinere Anzahl von Perithecien feststellen kann, wird gleichfalls bestätigt.

Auch das Vorhandensein der Hauptfruchtform auf den verschiedenen Apfelsorten unseres Landes wurde untersucht. In den Jahren 1952/53 und 1953/54 wurden 33 verschiedene Apfelsorten von den Obstbauversuchsstationen Bilceşti und Voineşti untersucht. In dem Zeitabschnitt vom 15. Dezember bis Ende April wurde das Material jeden Monat untersucht. Aus Tabelle 2 geht hervor, daß auf den Blättern aller untersuchten Apfelsorten Perithecien gefunden wurden. Bei den folgenden Sorten fanden wir 80—100 % perithecienhaltige Blätter: Belle Fleur Jaune, Călugăresc, Creţesc, Golden delicious, Gravensteiner, Jonathan, Mamouth Pepping, McIntosh, Red delicious, Schöner aus Bath, Winterbanana und Wunderer Hartapfel; 50 bis 80 % perithecienhaltige Blätter fanden wir bei den Sorten Kalterer Böhmer, Calville de neige, Fey's Record, Parmain d'or, Rheinischer Bohnapfel, Ribston Pepping, Rome Beauty, Stayman's Red, Wagner Price Apple, Wealthy; bis zu 50 % perithecienhaltige Blätter hatten die Sorten: Boiken, Cox Orange, Creţesc, Roşu de Vîlcea, Bismarck, London Pepping, Ontario und Starking double Red delicious. Wir müssen dabei erwähnen, daß die Zahl der perithecienhaltigen Blätter bei den Sorten Boiken, Cox Orange und Creţesc Roşu de Vîlcea am geringsten war. Daraus geht hervor, daß der Prozentsatz perithecienhaltiger Blätter nicht nur von den verschiedenen klimatischen Faktoren, sondern auch von der Sorte abhängt.

Nach Wilson (32) entwickeln sich mehr Perithecien bei den Sorten, welche frühzeitig die Blätter verlieren. Quantitative Unterschiede im Auftreten der Perithecien auf den Blättern lassen sich auch durch einen unterschiedlichen Anfälligkeitsgrad der verschiedenen Apfelsorten erklären, da bekannt ist, daß bei einigen Sorten die Blätter, bei anderen die Früchte empfindlicher sind. Auch Unterschiede im anatomischen Bau des Blattgewebes können nach Wilson eine verschiedene Anfälligkeit der Sorten bedingen.

In den von uns an zwei Orten durchgeführten Untersuchungen stellten wir fest, daß die meisten Sorten, was Häufigkeit der perithecienhaltigen Blätter anbelangt, in einem Zeitraum von zwei Jahren große Ähnlichkeit bewahrten. Es gab jedoch Fälle, so wie es auch aus Wilsons Tabelle hervorgeht, in denen das Verhalten derselben Sorte in zwei aufeinanderfolgenden

Jahren verschieden war. Bei der Sorte Gelber Edelapfel war z. B. im Jahre 1952/53 die Häufigkeit der perithecienhaltigen Blätter viel größer als im Jahre 1953/54, während es bei der Sorte Fey's Record umgekehrt war. Gleichfalls muß erwähnt werden, daß die Sorte Belle de Boskoop auf der Versuchsstation Bilceşti einen kleinen Prozentsatz perithecienhaltiger Blätter hatte, während dieselbe Sorte auf der Versuchsstation Voineşti eine Häufigkeit von 100 % erreichte. Dieser Unterschied kann entweder durch eine verschiedene Anpassung der Sorte oder durch das Vorhandensein eines Biotyps des Pilzes mit erhöhter Virulenz in Voineşti erklärt werden.

Die Sorten, welche während unserer Untersuchungen in den meisten Gegenden des Landes eine große Schorfanfälligkeit aufwiesen, zeigten auch die größte Häufigkeit und Intensität in der Perithecienbildung; so z. B. die Sorten: Belle Fleur Jaune, Jonathan, Creţesc. Bei weniger anfälligen Sorten, wie Parmain d'or und London Pepping, war auch eine geringere Häufigkeit perithecienhaltiger Blätter zu beobachten; die am wenigsten befallenen Sorten, wie Belle de Boskoop, Bismarck, Creţesc, Roşu de Vîlcea, hatten die geringste Anzahl perithecienhaltiger Blätter.

III. Bildung, Auftreten und Reifung der Perithecien

Bei dem Bildungs- und Reifungsvorgang der Perithecien müssen wir mehrere Etappen unterscheiden. Wenn wir die von Wilson (32) auf Grund cytologischer Untersuchungen beschriebenen Entwicklungphasen in Betracht ziehen, so umfaßt der Entwicklungsvorgang der Perithecien von *Endostigme inaequalis'* (Cooke) Sydow vier wichtige Etappen, und zwar:

a) Die Anlage der Perithecien, welche folgende von Wilson beschriebenen Phasen umfaßt: die „Maschenphase" A (maschenartiges Ascogon) und die mit B bezeichnete „Ascogonphase" (von dem Augenblick an, wo das Ascogon vollkommen ausgebildet ist, bis zu dem Augenblick, wo es gänzlich verschwindet). b) Die Entwicklung der Perithecien im Blattparenchym bis zu ihrem sichtbaren Auftreten, eine Etappe, welche folgende Phasen umfaßt: die Phase C „filamentartige" (Perithecienhohlraum mit Hyphen ausgefüllt, bis zur Bildung der Ascogonhyphen) und die Phase D „Vorascusphase" (von dem Auftreten der ersten Ascogonhyphen bis zur Bildung der ersten Asci). c) Entwicklung und Differenzierung der Asci mit Ascosporen, welche folgende Phasen einschließt: Phase E „junger Ascus" und Phase F „helle Sporen" (beide Phasen wurden von Wilson erwähnt). d) Asci- und Ascosporenreifung mit der Phase G „braune Sporen" (von gelbgefärbten bis zu oliv-braungefärbten Sporen). Wir haben diese beiden Etappen in den Reifungskurven mit A bzw. B bezeichnet.

Der Vorgang der Perithecienanlage und die Zeitpunkte, zu welchen diese unter den Verhältnissen unseres Landes erfolgt, bilden das Thema spezieller Untersuchungen, die jetzt im Gange sind und deren Ergebnisse in der vorliegenden Arbeit nicht dargelegt werden. Von verschiedenen Autoren (31, 32, 34, 8, 28) erfahren wir, daß dieser Vorgang sehr lange dauert und in den Monaten Oktober oder November stattfindet. In dieser Zeit und bis zu Beginn des Winters bildet sich im Innern des Blattparenchyms, im Palisaadengewebe oder mehr der Blattunterseite zu, ein Stroma, welches aus einer Anhäufung von Hyphen besteht, die sich gürtelartig ver-

einigen und eine Art brauner oder schwärzlicher Platten bilden. In der folgenden Phase, welche gegen Ende des Winters oder zu Beginn des Frühlings stattfindet, bildet sich der Perithecienhohlraum, welcher anschwillt, sich differenziert, und dessen Hals die Epidermis durchbricht, so daß das Perithecium, sei es für das Auge oder mit Hilfe der Lupe, sichtbar wird. In seinem Innern erscheinen zunächst die Primordien der Asci. Es findet dann die Differenzierung der Asci und Ascosporen und nachher deren Reifung statt, wobei die Färbung der Ascosporen bis zu einem Olivgrünbraun, die Abrundung ihrer Enden und ihre Auflagerung, gewöhnlich in Form einer einzigen Reihe, im Ascus erfolgt. Sobald die Sporen reif sind, werden sie ausgeschleudert.

Die drei Etappen, welche der Perithecienanlage folgen, müssen getrennt untersucht werden, da sie durch klimatische Faktoren unterschiedlich beeinflußt werden.

a) Das Auftreten der Perithecien

In den verschiedenen Arbeiten, welche sich mit der Bildung und dem Auftreten der Perithecien von *Endostigme inaequalis* (Cooke) Sydow befassen, wird das Auftreten der Perithecien niemals vor Ende Januar oder Anfang Februar erwähnt. Wilson (32) fand bei den in den Jahren 1924 bis 1927 durchgeführten Untersuchungen die „D"-Phase, die dem sichtbaren Auftreten der Perithecien entspricht, auch bei sehr frühzeitig (August) abgefallenen Blättern, frühestens im Februar. Gaudineau, Raucourt und Morel (6) fanden in Frankreich am 27. Januar 1938 Perithecien mit Asci und hyalinen Ascosporen. Schad und Soulié (23), Darpoux (3), Colombin (2) in Frankreich, Holz (9, 10) im Niederelbegebiet, Storoženko (26), Tschugunin und Juganowa (27) für das Gebiet Krasnodar zeigen, daß die Perithecien in den untersuchten Gebieten im Winter oder im zeitigen Frühjahr erscheinen, und zwar gewöhnlich im Februar oder März.

An Blättern, die im Oktober oder November in verschiedenen Obstbaugebieten unseres Landes gesammelt worden waren, machten wir drei bis fünf Jahre hindurch Untersuchungen. Diese zeigten, daß die Perithecien in manchen Jahren schon ab 15. Dezember zu erscheinen beginnen, wenn auch in geringer Zahl (Tabelle 2). Der Erscheinungstermin der Perithecien ist, von Gebiet zu Gebiet, und auch von Jahr zu Jahr in demselben Gebiet, verschieden. Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, waren im Obstbaugebiet Rîmnicu-Vîlcea im Jahre 1952/53 die ersten Perithecien um den 1. Januar herum zu beobachten, während sie im Obstbaugebiet Voineşti erst um den 15. Januar auftraten; im Obstbaugebiet Bistriţa konnten sie um den 1. März festgestellt werden und im Obstbaugebiet Bilceşti am 15. März. Im Obstbaugebiet Voineşti erschienen die Perithecien im Jahre 1951/52 um den 15. März, im Jahre 1952/53 um den 15. Januar und im Jahre 1953/54 um den 1. Februar.

Was das Auftreten der Perithecien bei verschiedenen Sorten betrifft, zeigt uns Tabelle 2, daß von 33 auf der Station Voineşti untersuchten Sorten das Auftreten der Perithecien im Jahre 1952/53 am 15. Dezember begann,

und zwar bei elf Sorten mit geringer Häufigkeit. Am 15. Januar 1953 traten Perithecien noch bei 20 Sorten auf. Auf der Sorte Ontario, deren Anfälligkeit gering ist, erschienen die Perithecien am 15. Februar. Auf der Sorte Reinette Baumann wurden keine Perithecien gefunden. Im Jahre 1953/54 erschienen die ersten Perithecien am 25. Dezember, aber nur bei der Sorte Gelber Edelapfel. Am 25. Februar wurden Perithecien nur bei drei anderen Sorten gefunden. Rheinischer Bohnapfel, Reinette de Canada und Kalterer Böhmer. Am 25. März erschienen Perithecien auf 14 Sorten und am 25. April auf weiteren elf Sorten.

Es wurde festgestellt, daß nur die Sorten Reinette de Canada und Rheinischer Bohnapfel in den zwei Jahren ein ähnliches Verhalten zeigten, und zwar erschienen bei ihnen die Perithecien früher als bei anderen Sorten. Das Verhalten der übrigen Sorten war innerhalb der beiden Beobachtungsjahre unterschiedlich.

Wenn auch einige Beobachtungen verschiedene Erscheinungstermine der Perithecien auf einzelnen Sorten ergaben, konnte man dennoch feststellen, daß während des Reifungsvorganges diese Unterschiede allmählich verschwinden. In derselben Obstanlage ist das Verhalten derselben Sorten von Jahr zu Jahr verschieden. Daraus läßt sich schließen, daß an demselben Ort der Termin der Perithecienerscheinung nur in geringem Maße von der Sorte abhängt, hingegen aber in hohem Maße durch die Außenbedingungen bestimmt wird, die in der Zeit der Perithecienanlage und ihrer Entwicklung herrschten.

Um die klimatischen Bedingungen, welche die Entwicklung der Perithecien bis zu ihrem Erscheinen bestimmen, feststellen zu können, wurden in den wichtigsten Obstbaugebieten im Zeitraum von 1951 bis 1954 große Mengen von Blättern untersucht (Tabelle 3). Es sind die mittleren Maxima und Minima, die mittleren Temperaturen ab 1. Januar bis zum Auftreten der Perithecien und die Summe der Niederschläge innerhalb des erwähnten Zeitraumes angegeben sowie die Anzahl der Tage, an denen diese verzeichnet wurden.

Diese Daten zeigen deutlich, daß sich Perithecien im Blatt entwickeln und auftreten können, auch wenn ein bis zwei Monate lang die mittleren Temperaturen bei 0 ° bis — 3 ° C verlaufen und die mittleren Minima bis zu — 6,3 ° C sinken. So kam es, daß in Bilcești im Jahre 1951/52, obwohl die Mitteltemperaturen der Monate Januar, Februar und der ersten Märzhälfte 1,1 ° C betrugen und die mittleren Minima — 5 ° C erreichten, am 15. März dennoch zahlreiche Perithecien erschienen. Im Jahre 1951/52 beobachteten wir in Bistrița das Auftreten der Perithecien sogar, nachdem die Mitteltemperatur im Januar und in der ersten Hälfte des Februar — 2,2 ° C und die mittleren Minima — 6,9 ° C erreichten; dies war auch in Fălticeni der Fall, wo die Mitteltemperaturen desselben Zeitraumes — 1,1 ° C und die mittleren Minima — 4,5 ° C waren; ähnlich in Bilcești, wo sich Perithecien bildeten, nachdem 2½ Monate hindurch die Mitteltemperaturen — 2,6 ° C betrugen und die mittleren Minima — 6,3 ° C waren. In Voinești,

Tabelle 3

Einfluß der Temperaturen und Niederschläge auf das Auftreten und die Häufigkeit der Perithecien des Pilzes *Endostigme inaequalis* (Cooke) Sydow in verschiedenen Obstbaugebieten der Rumänischen Volksrepublik

Obstbaugebiet	Temperatur °C			Niederschläge		Datum des Auftretens	Häufigkeit der Perithecien
	mittlere Maxima	mittlere Minima	mittlere Temperatur	mm	Anzahl der Tage		
			1951/52				
Crăciunelul	5,5	— 4,1	— 0,3	160,4	28	9. III.	+++
Voineşti	2,5	— 4,0	0,5	58,1	22	29. II.	+
Rîmnicu-Vîlcea ..	5,5	— 2,1	1,2	23,6	4	15. II.	+
Bilceşti	5,3	— 5,0	— 1,1	100,8	25	15. III.	+++
Bistriţa	2,8	— 6,9	— 2,2	94,2	23	15. II.	++
Fălticeni	3,0	— 4,5	— 1,1	35,5	17	15. II.	+
			1952/53				
Voineşti	4,4	— 1,4	1,4	85,6	12	15. I.	+++
Crăciunelul	—	—	—	—	—	—	—
Rîmnicu-Vîlcea ..	—	—	—	—	—	1. I.	+++
Bilceşti	3,1	— 5,8	— 1,8	114,4	28	15. III.	+
Bistriţa	1,6	— 5,9	— 2,3	22,8	12	1. III.	+
Fălticeni	—	—	—	—	—	—	—
			1953/54				
Voineşti	— 2,0	— 12,0	— 7,5	53,2	16	1. II.	++
Crăciunelul	—	—	—	—	—	—	—
Rîmnicu-Vîlcea ..	—	—	—	—	—	—	—
Bilceşti	—	—	—	—	—	—	—
Bistriţa	3,1	— 9,3	— 3,5	50,6	31	15. III.	+
Fălticeni	—	—	—	—	—	—	—

\+ = geringe Häufigkeit.
++ = größere Häufigkeit.
+++ = sehr große Häufigkeit.

im Jahre 1953/54, bildeten sich Perithecien auf den befallenen Blättern auch bei einer Mitteltemperatur von — 7,5 °C, einem mittleren Minimum von — 12 °C und einem mittleren Maximum von — 2 °C im Januar. Die in Tabelle 3 wiedergegebenen Werte zeigen, daß auch die maximalen Temperaturen einen bedeutenden Einfluß auf die Perithecienentwicklung und ihr Auftreten ausüben. In beinahe allen Fällen, wo die mittleren Maxima höhere Werte erreichten (z. B. 5 °C), hat dieses das Auftreten der Perithecien begünstigt.

Für die Entwicklung und das Auftreten der Perithecien haben auch die Niederschläge eine gewisse Bedeutung. Im Jahre 1951/52 bildeten sich in Rîmnicu-Vîlcea auf den befallenen Blättern sehr wenige Perithecien, obwohl die Temperaturverhältnisse in den vorangegangenen 45 Tagen günstiger

waren als in Voineşti. Da wir für unsere Untersuchungen nur stark befallene Blätter wählten, kann der Unterschied der Perithecienhäufigkeit zwischen den beiden genannten Orten nur durch die geringe Niederschlagsmenge (23 mm), die sich auf vier Tage aufteilte und in Rîmnicu-Vîlcea in der ersten Hälfte des Januar fiel, erklärt werden. Ein ähnlicher Fall geht aus der Tabelle 3 auch für die Versuchsstation Bistriţa im Jahre 1952/53 hervor. Es fielen nur 22,8 mm Niederschläge, die auf zwölf Tage innerhalb von drei Monaten verteilt waren; ebenfalls für Fălticeni 1951/52, wo in einem Zeitraum von 45 Tagen nur 35,5 mm Niederschläge, auf 17 Tage verteilt, fielen. Diese Auslegung entspricht der Meinung anderer Verfasser (13, 26, 30, 31, 32), die behaupten, daß für die Entwicklung der Perithecien Feuchtigkeit notwendig sei, und daß ein wiederholter Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit besonders günstig sei.

Wilson (32) fand in künstlicher Kultur, daß die optimale Temperatur für die Anlage und das Wachstum der Perithecien bei 13 °C liegt. Einige weniger überzeugende Ergebnisse aber führten ihn zu der Ansicht, daß die Anlage der Perithecien auch bei Temperaturen unter 0 °C erfolgen kann.

Winkelmann und Holz (34) behaupten, daß für die Entwicklung der Perithecien die niedrigen Temperaturen günstiger sind, während die höchsten Temperaturen die Entwicklung derselben verhindern. Jahn (13) behauptet ebenfalls, daß für die Entwicklung der Perithecien niedere Temperaturen notwendig sind. Storoženko (26) zeigt in dem Gebiete Krasnodar, daß die hohen Temperaturen und häufigen Niederschläge in den Monaten Februar und März eine frühzeitige Bildung und Reife der Ascosporen zur Folge hatten. Genauere Angaben in bezug auf die Temperaturgrenzen, innerhalb derer sich Perithecien entwickeln können, findet man bei den genannten Verfassern aber kaum oder gar nicht. Die Ergebnisse unserer in vier aufeinander folgenden Jahren in den bedeutenden Obstgebieten unseres Landes durchgeführten Forschungen zeigen, daß die Perithecienentwicklung bei viel niedrigeren als in der Literatur bisher erwähnten Temperaturen stattfinden kann. Dies führt zu der Schlußfolgerung, daß unter den klimatischen Bedingungen unseres Landes die gewöhnlich niedrigen Temperaturen in den Monaten Januar und Februar die Entwicklung der Perithecien nicht verhindern. Die manchmal eintretenden sehr tiefen Temperaturen können die Entwicklung derselben höchstens verspäten oder ihre Zahl vermindern. Dies geschieht insbesondere dann, wenn die Niederschlagsmengen in der Zeit des Bildungsstadiums gering waren.

b) Bildung der Asci, Differenzierung und Reifung der Ascosporen

Die Bildung der Asci und der hyalinen Ascosporen, sowie der Reifungsvorgang der letzteren, wurden gleichzeitig studiert, weil auch in der Natur ihre Entwicklung gleichlaufend stattfindet.

Der Reifungsvorgang der Asci und Ascoporen wurde in seiner Abhängigkeit von zahlreichen Faktoren untersucht, mit der Absicht, wertvolle Ermittlungen für die Prognose und Warnmethode zu erhalten.

Tabelle 4 Erscheinen, Häufigkeit und Reifung der Perithecien
Blättern der

Erntedatum	31. XII. 1953		1. II. 1954		1. III. 1954
	Häufigkeit der perithecienhaltigen Blätter %	Häufigkeit der Perithecien auf dem Blatt	Häufigkeit der perithecienhaltigen Blätter %	Häufigkeit der Perithecien auf dem Blatt	Häufigkeit der perithecienhaltigen Blätter %
28. VIII. 1953	0	0	7	+	20
25. IX. 1953	0	0	0	0	14
24. X. 1953	0	0	14	+	14
28. XI. 1953	0	0	0	0	0

\+ = geringe Häufigkeit.
++ = größere Häufigkeit.
+++ = sehr große Häufigkeit.

Einige Autoren haben sich eingehend mit dem Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt des Laubfalls und der Entwicklung und Reifung der Asci und Ascosporen befaßt, aber ihre Ergebnisse sind nicht schlußfolgerungsreif. Keitt und Wilson (15) und Wilson (32) behaupten, daß ein verspätetes Abfallen der Blätter im Herbst eine verspätete Reifung der Asci im folgenden Frühling zur Folge hat. Der Zeitabstand zwischen den Reifungsterminen ist aber viel kleiner als zwischen den Terminen des Laubfalls. Im Versuchsjahr 1925/26 betrug der erstere nur etwa zehn Tage. Zobrist und Fröhlich (36) behaupten, daß die Perithecien der frühzeitig abgefallenen Blätter schneller reif werden. Darpoux (3) hingegen ist der Meinung, daß auf frühzeitig abgefallenen Blättern die Perithecien später als auf spät abgefallenen zur Reife gelangen.

Das Auftreten und die Reifung der Perithecien auf den an verschiedenen Tagen der Vegetationsperiode abgefallenen Blättern wurde von uns auf der im Jahre 1953/54 stark befallenen Sorte Jonathan untersucht. Zwischen dem 28. August und dem 28. November 1953 sammelten wir in der Obstanlage Voineşti, in Zeitabständen von je 30 Tagen, Blätter, welche gesondert in Drahtsäckchen gelegt wurden. Wenn der Schorfbefall nicht zu stark ist, fallen im Juni und Juli im allgemeinen wenig Blätter ab, die meisten verfaulen und gelangen nicht zur Perithecienbildung. Wie aus Tabelle 4 hervorgeht, fanden wir am 1. Februar 1954 auf den am 28. August und 24. Oktober gesammelten Blättern Perithecien. Bei der am 1. März durchgeführten Analyse fanden wir bei allen vom 28. August bis zum 24. Oktober gesammelten Proben perithecienhaltige Blätter. Bei denselben Proben stellten wir am 28. März eine sehr große Häufigkeit und Dichte der Perithecien fest; am 1. Mai erreichte dieselbe 100 %. An diesem Tage war der Reifungsprozentsatz bei den am 28. August abgefallenen Blättern größer als bei den Blättern, die am 25. September und 24. Oktober gesammelt wurden. Dieses weist darauf hin, daß bei den befallenen, im erwähnten Zeitraum von zwei Monaten — welcher dem stärksten Laubfall entspricht — abgefallenen Blättern, in bezug auf den Termin des Auftretens der Peri-

auf den an verschiedenen Daten abgefallenen Sorte Jonathan *Tabelle 4*

	28. III. 1954		1. V. 1954		
Häufigkeit der Perithecien auf dem Blatt	Häufigkeit der perithecienhaltigen Blätter %	Häufigkeit der Perithecien auf dem Blatt	Häufigkeit der perithecienhaltigen Blätter %	Häufigkeit der Perithecien auf dem Blatt	Reifung %
+	94	+++	100	+++	80
++	87	+++	100	+++	39
+	100	+++	100	+++	47
0	7	+	20	++	2

thecien sowie der Reifung und Häufigkeit derselben, keine bedeutenden Unterschiede zu erkennen sind. Ein Unterschied wurde nur bei den am 28. November abgefallenen Blättern festgestellt. Der Reifungsvorgang verschiebt sich jedoch nicht um eine Anzahl von Tagen, sondern man merkt bloß, daß der Prozentsatz, was Auftreten und Reifung der Perithecien anbelangt, geringer ist. Zu Beginn des Frühjahrs wird diese Verschiebung unbedeutend und hat keinen Einfluß auf die Dauer der Infektionsgefahr.

Daraus läßt sich schließen, daß im Obstbaugebiet Voinești die von Ende August bis Ende Oktober abgefallenen Blätter für die Frühjahrsinfektion die wichtigsten sind, weil sich auf ihnen die meisten Perithecien bilden und zur Reife gelangen. Die große Masse der auf diesen Blättern sich entwickelnden Perithecien werden zu demselben Termin reif und bilden einen bedeutenden Sporenvorrat für die Frühjahrsinfektionen. Daraus geht ebenfalls hervor, daß die Laubfalltermine, welche je nach der Sorte (32) voneinander abweichen, für die Verlängerung der Reifungsperiode der Ascosporen keine bedeutende Rolle spielen.

Die Untersuchungen über die Infektion verschiedener Sorten, die wir in den Jahren 1952/53 und 1953/54 durchführten, zeigten, daß am 24. März 1953 auf acht Sorten 8 bis 17 % Perithecien mit reifen Asci, und auf 15 Sorten nur 0,5 bis 3 % solcher Perithecien gefunden wurden. (Tabelle 2). Im Jahre 1954 fanden wir am 1. Mai bei zwölf Sorten 20 bis 62 % und bei acht Sorten nur bis 10 % Perithecien mit reifen Asci. Die meisten Sorten verhalten sich unterschiedlich. Die Sorten Red delicious und Reinette de Canada waren z. B. im Jahre 1953 unter den ersten, die Perithecien mit reifen Ascosporen zeigten; im Jahre 1954 wurden sie im Reifungsvorgang von anderen Sorten überholt. Ebenso wurden die Sorten Călugăresc und Calville de neige im Jahre 1953 von vielen anderen Sorten, welche einen größeren Prozentsatz reifer Sporen zeigten, überholt. Im Jahre 1954 waren sie aber unter den ersten mit einem erhöhten Prozentsatz reifer Sporen.

Um den Ablauf des Reifungsvorganges der Asci und Ascosporen unter den gegebenen Bedingungen kennen zu lernen, wurden in einem Zeitraum von zwei bis vier Jahren in den Obstbaugebieten Voinești, Bilcești und

Bistrita Untersuchungen angestellt. Auf Grund dieser Untersuchungen gelangten wir zu einer genauen Kenntnis der klimatischen Faktoren, welche die Reifung der Perithecien erleichtern. Wir konnten die großen Unterschiede bezüglich des Reifungsbeginnes der Perithecien in den verschiedenen Obstbaugebieten und innerhalb desselben Obstbaugebietes in verschiedenen Jahren erklären.

Die Reifung der Ascosporen als Vorgang ist unabhängig von der Ascosporenaussaat. Die erstere ist ein biologischer, die zweite ein physikalischer Vorgang.

Die meisten Forscher, die sich mit der Biologie der Hauptfruchtform des Pilzes *Endostigme inaequalis* (Cooke) Sydow beschäftigt haben, nahmen als wichtigsten Ausgangspunkt für die Warnung den Augenblick, in welchem die ersten Ascosporen ausgeschleudert werden. Sie haben sich aber viel zu wenig mit dem Vorrat reifer Ascosporen beschäftigt, der in einem gegebenen Augenblick im Obstgarten vorhanden sein kann und daher als wichtiger Faktor für den Warntermin berücksichtigt werden müßte. Die Kenntnis des Reifungsvorganges und des dadurch geschaffenen Ascosporenvorrats, unabhängig von ihrer Aussaat, ist für die Festlegung des Warntermins besonders wichtig, vor allem, wenn wir in der Warnmethode die ersten ausgeschleuderten Ascosporen, deren Anzahl gering ist, vernachlässigen. Wenn durch rechtzeitig fallende Niederschläge das Ausschleudern der ersten reifen Ascosporen hervorgerufen wird, so stellen letztere in den meisten Fällen keine Infektionsgefahr dar, weil die meisten Apfelsorten sich erst am „Beginn des Knospenaufbruchs" befinden. Wenn aber nach Beginn des Reifungsvorganges keine Niederschläge fallen, welche die Ascosporenaussaat begünstigen könnten, so sammelt sich im Obstgarten ein Vorrat reifer Ascosporen, die beim ersten Regen eine wichtige Infektionsquelle für die jungen, grünen Organe bilden, die infolge des „Knospenaufbruchs" entwickelt sind. Für die Warnmethode ist es wichtig, diesen Vorrat von Infektionsmaterial in der Zeit der Reifungsprozesse immer wieder zu kennen.

Die Untersuchungen im Laboratorium und im Obstgarten über das Ausschleudern der Ascosporen müssen durch mikroskopische Beobachtungen über den Vorrat der reifen Ascosporen ergänzt werden. Dieses trägt zur Bestimmung der für die Warnung notwendigen Elemente bei.

Die mikroskopischen Analysen nach der Methode, die im betreffenden Kapitel angegeben ist, begannen, sobald im Inhalt einiger Perithecien die Differenzierung in Asci und Ascosporen zu beobachten war. Bei der Erforschung der Entwicklung und Reifung der Perithecien gingen wir von der dritten Etappe aus, welche die von Wilson „junger Ascus" und hyaline Sporen genannten Phasen umfaßt. Sobald die Ascosporen zweizellig waren, sich abrundeten und färbten, betrachteten wir den Reifungsvorgang als begonnen. Manchmal, besonders am Anfang des Reifungsvorganges, kann es vorkommen, daß unter den gefärbten Ascosporen eine Anzahl noch nicht vollreif ist. Dies könnte nur durch entsprechende Versuche im Laboratorium, bei konstanter Feuchtigkeit und Temperatur, bestätigt werden. Wenn aber in der Obstanlage schon ein Vorrat von gefärbten Sporen

vorhanden ist, so verliert diese Fehlermöglichkeit jegliche praktische Bedeutung.

Aus unseren Untersuchungen, die an Tausenden von Blättern aus verschiedenen Orten und in mehreren Jahren durchgeführt wurden, geht hervor, daß nicht alle Asci und Ascosporen eines Peritheciums gleichzeitig reif werden. Diese Tatsache geht aus der Analyse der Reifungsvorgänge und der Aussaat der Ascosporen hervor, welche in der Zeit ihrer Entfaltung (zwei bis drei Monate) alle drei Tage gemacht wurde. Diese Feststellung wurde auch durch die Ergebnisse anderer Laboratoriumsanalysen bestätigt, wobei beobachtet wurde, daß ein Perithecium, welches schon eine bedeutende Anzahl von Ascosporen ausgeschleudert hat, noch Asci mit hyalinen Ascosporen enthielt. Die Kurven A und B aus den Abbildungen 3 bis 7 zeigen die Entwicklung des Reifungsvorganges der Asci und Ascosporen in verschiedenen Jahren. Es läßt sich feststellen, daß man in der Obstanlage, zu einem gegegebenen Augenblick, in den Perithecien nur zwei Phasen findet, und zwar a) Asci mit eben sich differenzierenden oder vollkommen differenzierten hyalinen Ascosporen (A) und b) Asci mit gefärbten, reifen oder beinahe reifen Ascosporen (B). Wenn diese beiden Phasen überwiegen, begegnen wir in sehr seltenen Fällen der Vorascusphase oder der Phase der Ascidifferenzierung. Am Anfang des Reifungsvorganges gibt es in der Obstanlage viele Perithecien, die 90—100 % Ascosporen der Phase A enthalten. Nach kurzer Zeit in demselben Maße, in dem sich Perithecien mit Asci und Ascosporen in der Phase B bilden, beginnt die Anzahl der ersteren allmählich zu sinken. Die beiden Kurven der Phase A und B nähern sich immer mehr, was darauf hindeutet, daß beide Phasen in der Obstanlage gleich stark verbreitet sind. Unter günstigen klimatischen Bedingungen beginnt die Ausschleuderung der Ascosporen gleich nach vollendeter Reife der ersten Sporen. Der Vorgang kann am Mikroskop beobachtet und entsprechend ausgewertet werden. Man beobachtet die vor kurzem entleerten Asci und berechnet die Differenz zwischen der gesamten Anzahl der Asci eines Peritheciums (etwa 130) und der Zahl der in dem Perithecium noch vorhandenen, den beiden Phasen angehörenden Asci. In den Jahren und auf den Stationen, wo der Vorgang verfolgt wurde, erreichte der Prozentsatz der Asci mit reifen Ascosporen nie höhere Werte als 65, und zwar darum, weil die Ascosporen sofort ausgeschleudert werden, sobald die ersten reif sind und günstige Niederschlagsverhältnisse eintreten.

Die Kurve der Phase A hat einen sinkenden Verlauf; die Kurve der Phase B steigt zuerst, erreicht dann ein einige Tage andauerndes Maximum und beginnt nachher zu sinken; die Kurve C (Entleerung der Asci) steigt fortwährend, bis sie die höchsten Werte (100 %) erreicht. Der Verlauf dieser drei Kurven zeigt uns, daß, wenn in einer Obstanlage dieser Vorgang in seiner Gesamtheit genommen wird, das stufenweise Ausschleudern der Ascosporen weniger auf den unterschiedlichen Reifungstermin verschiedener Perithecien als vielmehr auf das gleichzeitige Vorhandensein der Phasen A und B in einem Perithecium zurückzuführen ist.

In allen von uns untersuchten Fällen war der Gesamtverlauf der drei Kurven ähnlich. In einem einzigen Fall 1954 (Versuchsstation Bistriţa) hatte die Kurve der Phase A anfangs einen steigenden Verlauf und nur von einem bestimmten Augenblick an begann sie zu sinken. Dank der sehr niedrigen Temperaturen des Winters 1953/54, welche den Differenzierungsvorgang der Asci verhindert hatten, trat dieser Vorgang verspätet ein. Bei unseren ersten mikroskopischen Beobachtungen fanden wir in den Perithecien nur die Vorascusphase und lediglich einen Anfang der Differenzierungsphase. Sobald die Phasen A und B erschienen, zeigte die Kurve den gewöhnlichen sinkenden Verlauf, so wie er von uns beschrieben wurde.

Um den Einfluß der klimatischen Bedingungen auf die Reifung der Ascosporen zu bestimmen, untersuchten wir während der Jahre 1951 bis 1954 ein umfangreiches Material aus sechs Obstbaugebieten. Diese Untersuchungen waren eine Fortsetzung der zur Bestimmung des Termins der Perithecienerscheinung durchgeführten. Für jede Obstanlage wurden auch in diesem Falle die klimatischen Bedingungen, wenigstens einen Monat vor Reifungsbeginn, beobachtet.

Wie aus Tabelle 5 und Abb. 2 hervorgeht, findet der Reifungsvorgang bei höheren Temperaturen statt, als für die Entwicklung der Perithecien

Tabelle 5

Einfluß der Temperaturen und Niederschläge auf die Asci- und Ascosporenreifung von *Endostigme inaequalis* (Cooke) Sydow in verschiedenen Obstbaugebieten der Rumänischen Volksrepublik

Obstbaugebiet	Temperatur °C			Niederschläge		Reifungszustand am
	mittlere Maxima	mittlere Minima	mittlere Temperatur	mm	Anzahl der Tage	
			1951/52			31. III.
Iaşi	—	—	—	—	—	—
Rîmnicu-Vîlcea	8,0	— 5,0	2,2	43,8	7	+
Voineşti	8,0	— 7,0	1,2	60,6	10	+
Bilceşti	7,0	— 4,0	0,4	20,8	7	+
Bistriţa	2,0	— 3,0	— 1,5	23,5	15	+
Fălticeni	2,0	— 8,0	— 3,8	7,3	7	+
			1952/53			15. III.
Iaşi	1,0	— 4,0	— 1,4	41,7	13	0
Rîmnicu-Vîlcea	7,2	— 3,2	1,1	35,2	5	+
Voineşti	5,7	— 4,7	1,0	42,0	9	+
Bilceşti	4,2	— 6,0	— 1,2	37,1	5	0
Bistriţa	2,5	— 4,5	— 1,1	15,0	15	0
Fălticeni	—	—	—	—	—	—
			1953/54			27. IV.
Iaşi	—	—	—	—	—	—
Rîmnicu-Vîlcea	—	—	—	—	—	—
Voineşti	11,9	5,0	6,6	113,0	15	+
Bilceşti	—	—	—	—	—	—
Bistriţa	12,2	0,1	6,0	31,4	8	+
Fălticeni	—	—	—	—	—	—

bis zu ihrem sichtbaren Auftreten notwendig sind. Die Reifung kann beginnen, nachdem mindestens einen Monat vorher folgende Temperaturen vorhanden waren: Mittlere Maxima zwischen 1 bis 12 ⁰ C, Mitteltemperaturen gewöhnlich 1 bis 6 ⁰ C oder manchmal bis 0 ⁰ und auch niedriger und kurzdauernde mittlere Minima zwischen — 3 bis — 5 ⁰ C. In Iași, Bilcești und Bistrița trat im Jahre 1952/53 der Reifungsbeginn der Ascosporen verspätet ein. Wahrscheinlich war dies die Folge der vorangegangenen niederen Mitteltemperaturen unter 0 ⁰ C, mittleren Maxima etwas über 0 ⁰ C und niedrigen mittleren Minima.

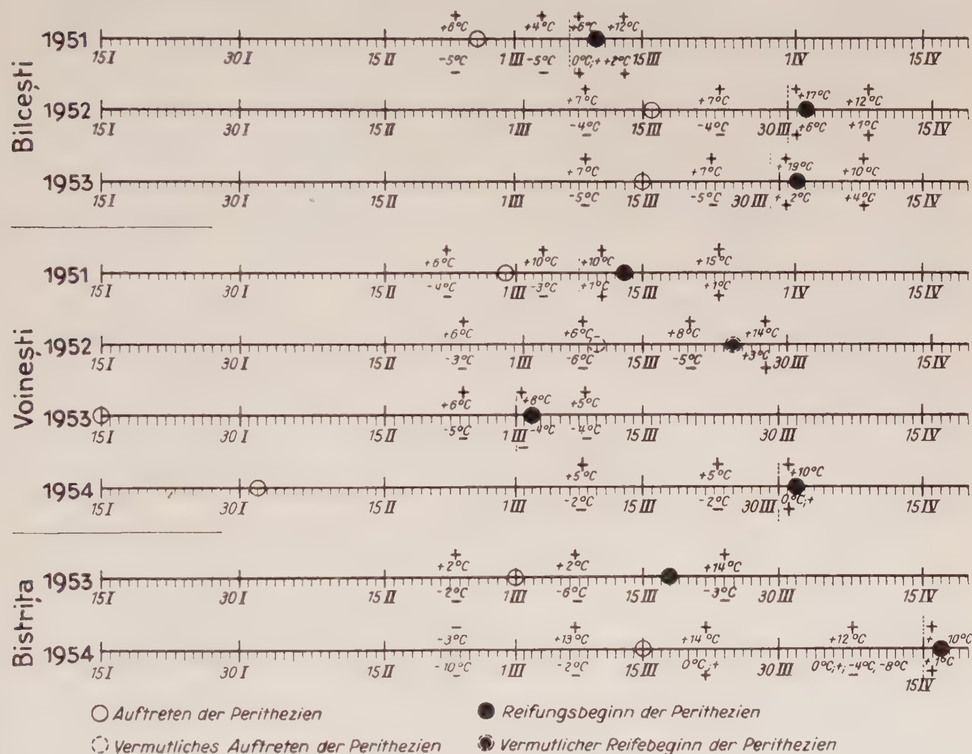


Abb. 2

Ähnlich wie im Falle der Bildung und des Auftretens der Perithecien stellten wir auch in diesem Falle fest, daß in unseren Hauptobstgebieten der Reifung der Perithecien viel niedrigere Temperaturen als die gewöhnlich von Autoren anderer Länder angegebenen vorangehen. Nach Beobachtung der Perithecienentwicklung auf künstlichen Nährböden schließt Wilson (32), daß die optimale Temperatur für das Wachstum der Perithecien 13 ⁰ C, und für die Reifung 20 ⁰ C. Darpoux (3) zeigt, daß die Reifung auch bei 3 ⁰ C, aber schneller bei 20 ⁰ C stattfindet. Jahn (13) behauptet, daß die optimale Reifungstemperatur bei 20 ⁰ C liege. Die Ergebnisse Storoženkos (26) für das Gebiet Krasnodar nähern sich am meisten den von uns ge-

fundenen Temperaturen. Der Autor zeigt, daß in diesem Gebiet die Mitteltemperatur für mehrere Jahre 2,2 ° C beträgt. Im Jahre 1941, als sie auf 4,6 ° C anstieg und genügend Niederschläge fielen, trat die Reifung früher ein. Es zeigt ebenfalls, daß ein plötzliches Sinken der Temperatur bis zu 2 ° C im Monat April 1947 und gleichzeitige Trockenheit eine Verspätung der Reifung zur Folge hatten.

Die Unterschiede zwischen unseren Ergebnissen und denen anderer Autoren können vielleicht dadurch erklärt werden, daß deren Untersuchungen meistens im Laboratorium durchgeführt wurden, wo große Temperaturunterschiede innerhalb eines Tages, so wie sie im Frühjahr gewöhnlich zu verzeichnen sind, nicht in Betracht gezogen wurden. Auch die Autoren, die im Freiland arbeiteten, geben nur die Mitteltemperaturen an. In Rumänien, wo gegen Ende des Winters und zu Beginn des Frühjahrs sehr große Temperaturunterschiede eintreten, ist es wichtig, zu wissen aus welchen maximalen und minimalen Temperaturen die Mitteltemperatur hervorgeht. Was die optimale Reifungstemperatur anbelangt, so können die diesbezüglichen Unterschiede der Tatsache zugeschrieben werden, daß in Mitteleuropa und im Süden der UdSSR im Zeitraum Januar—März die Temperaturen im allgemeinen höhere Werte erreichen als in unserem Lande.

Aus den erwähnten Ergebnissen läßt sich schließen, daß in den Obstbaugebieten unseres Landes unter normalen Temperaturverhältnissen in den Monaten Januar, Februar und Anfang März alljährlich günstige Bedingungen für die Ascosporenreifung und die Bildung eines Ascosporenvorrats bestehen, und daß die außergewöhnlich kalten Winter den Pilz nicht töten, sondern nur seine Entwicklung verspäten.

Nachdem wir nun im allgemeinen die Temperaturgrenzen und die Mitteltemperaturen, welche den Beginn der Perithecienreife ermöglichen, gezeigt haben, werden wir anschließend die Bedingungen analysieren, welche verschiedene Termine der Perithecienreife in den einzelnen Obstbaugebieten unseres Landes und sogar innerhalb desselben Obstbaugebietes bedingen. In Abbildung 2 sind die Daten der Perithecienreifung in den Obstbaugebieten Bilceşti, Voineşti, und Bistriţa schematisch dargestellt, wo die Untersuchungen drei Jahre hindurch (1951—1954) vom 1. März bis zum 1. Juni täglich durchgeführt wurden. Auf der horizontalen Linie sind für jede Versuchsstation und jedes Jahr die mittleren Minima und Maxima für je 15 Tage, mindestens einen Monat vor Reifungsbeginn, angegeben. Das Zeichen + (verstärkt) bedeutet, daß die mittleren Maxima über 0 ° oder bei 0 ° C liegen, das Zeichen — (verstärkt) entspricht den mittleren Minima, die unter 0 ° C liegen. Mit einem Kreis sind die ungefähren Daten des Auftretens der Perithecien angedeutet. Ein schwarzer Kreis deutet an, an welchen Daten die ersten olivgrün-braun gefärbten Ascosporen gefunden wurden. Wenn in manchen Fällen vor der Reifung andere Temperaturen, als die des betreffenden Zeitraumes von 15 Tagen, eingetragen wurden, so sind diese gesondert notiert und durch eine vertikale punktierte Linie abgegrenzt. In Tabelle 6 sind die einen Monat vor der Reifung gefallenen Niederschläge

angegeben, getrennt für jedes Jahr und jedes Obstbaugebiet. Unsere Ergebnisse, über den Einfluß der klimatischen Verhältnisse auf die Perithecienreifung, die wir auf Grund ausführlicher Forschungen in den drei Obstbaugebieten erhielten (Abb. 2), bestätigen diejenigen in den meisten Obstbaugebieten des Landes (Tabelle 5). Im Jahre 1953 erschienen im Obstbaugebiet Voineşti reife Ascosporen auf den im Obstgarten überwinterten Blättern am 3. März, im Obstbaugebiet Bistriţa hingegen erst am 18. März.

Die Verspätung des Auftretens der reifen Ascosporen auf der Versuchsstation Bistriţa wurde im Vergleich zu Voineşti durch tiefere mittlere Minima (— 6 ° C) und tiefere mittlere Maxima (1, 4 und 2 ° C gegen 6 und 8 ° C) besonders im Monat März, hervorgerufen.

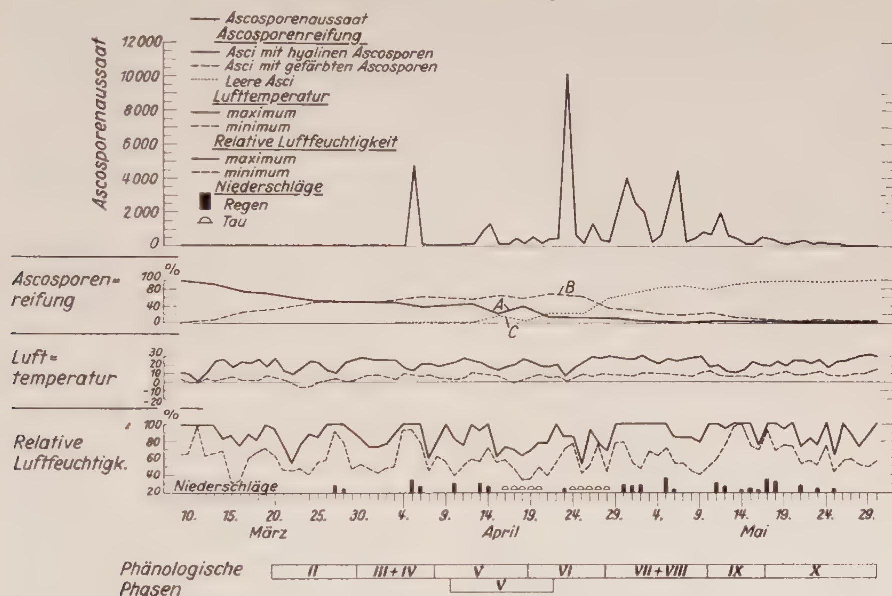


Abb. 3. Graphische Darstellung des Auftretens, der Reifung und der Entleerung der Perithecien und des Ausschleuderns der Ascosporen von *Endostigme inaequalis* (Cooke) Syd. in Abhängigkeit von den klimatischen Bedingungen und den phänologischen Phasen auf der Obstbauversuchsstation Bilceşti im Jahre 1951

In dem Obstbaugebiet Voineşti wurde die Reifung der Perithecien im Jahre 1951 am 13. März beobachtet; im Jahre 1952, an demselben Ort, erst am 24. März. Diese Verspätung ist der Tatsache zuzuschreiben, daß im Jahre 1952 bei ähnlichen Feuchtigkeitsbedingungen im allgemeinen tiefere, den Monat hindurch anhaltende Minimaltemperaturen verzeichnet wurden.

Im Obstbaugebiet Bistriţa begann die Reifung der Ascosporen im Jahre 1953 um den 18. März herum, während dies im Jahre 1954 an demselben Ort erst gegen den 17. April der Fall war. Die Verspätung der Reifungsprozesse aus dem Jahre 1954 erklärten wir an der Stelle, wo die Kurven A und B der Abb. 3 bis 7 analysiert wurden. In der Tat erschien die Phase A (Asci mit differenzierten hyalinen Ascosporen) auf Grund der

sehr niedrigen Minima in der zweiten Hälfte Januar und während des ganzen Februar im Vergleich zu allen übrigen von uns untersuchten Fällen, mit vieler Verspätung (Abb. 6). Der Prozentsatz der Asci in dieser Phase wuchs allmählich bis zum 11. April, ohne daß bis zu diesem Datum reife Ascosporen zu beobachten waren, so wie es auf Grund der verzeichneten mittleren Maxima und Minima zu erwarten gewesen wäre. Die außergewöhnlich niedrigen Ende Januar und im ganzen Monat Februar herrschenden Temperaturen bedingten eine Verspätung in der Entwicklung der Perithecien, so daß diese erst am 15. März erschienen. Infolgedessen traten alle übrigen Prozesse (die Entwicklung der Primordien der Asci in den Perithecien, die Differenzierung der Asci und der Ascosporen) mit Verspätung ein.

Im Obstbaugebiet Bilceşti waren die klimatischen Verhältnisse (Temperatur und Niederschläge) in den Jahren 1952 und 1953 sehr ähnlich. Dieses hatte zur Folge, daß die reifen Ascosporen zu gleicher Zeit auftraten (1. April). Obwohl die klimatischen Bedingungen auch nach dem Auftreten der Perithecien ähnlich blieben, so waren die Reifungstermine der Asci und Ascosporen dennoch verschieden. Da wir über das Datum der Ascosporenreifung 1952 in Voineşti keine volle Sicherheit haben, deuteten wir es durch einen schraffierten Kreis an.

Einen bedeutenden Faktor für die Entwicklung der Reifungsvorgänge bilden auch die Niederschläge (Tabelle 6). In den einzelnen Obstbaugebieten

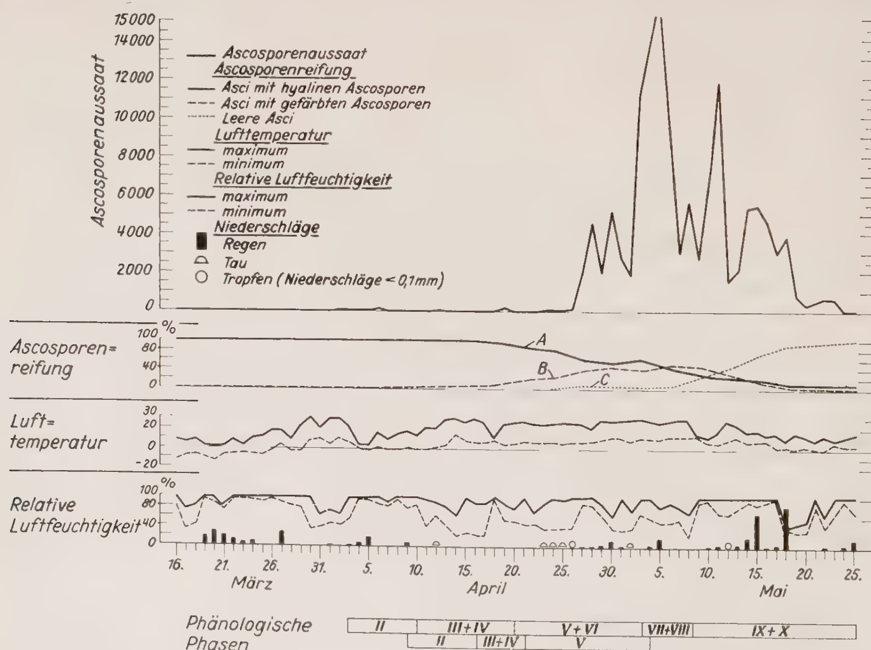


Abb. 4. Graphische Darstellung des Auftretens, der Reifung und der Entleerung der Perithecien und des Ausschleuderns der Ascosporen von *Endostigme inaequalis* (Cooke) Syd. in Abhängigkeit von den klimatischen Bedingungen und den phänologischen Phasen auf der Obstbauversuchsstation Bilceşti im Jahre 1952

kann bei gleichen Temperaturverhältnissen die Reifung zu verschiedenen Terminen eintreten, wenn die Niederschlagsverhältnisse unterschiedlich sind. Im Jahre 1953 waren in den Obstbaugebieten Bilceşti und Voineşti ähnliche Temperaturverhältnisse (Abb. 2). Vor der Reifung waren die mittleren Maxima etwa 7 °C und die mittleren Minima —5 °C. Dennoch begann in Bilceşti die Reifung fast einen Monat später (1. April anstatt 3. März) dank der geringen Niederschlagsmenge (Tabelle 6). Im Obstbaugebiet Bilceşti wurde das Auftreten der Perithecien in den Jahren 1952 und 1953 bei ähnlich günstigen Temperaturverhältnissen bereits am 1. März beobachtet; die Reifung der Ascosporen begann aber, wegen der geringen Niederschlagsmenge im Laufe des März (19,8 mm 1952 5,3 mm 1953), erst um den 1. April. Im Jahre 1951 dagegen, erschienen die Perithecien im selben Obstbaugebiet am 25. Februar, und die Reifung begann dank der reichlicheren Niederschläge früher, am 10. März.

Tabelle 6

Menge und Verteilung der Niederschläge in den Obstbaugebieten Bilceşti, Voineşti und Bistriţa in den Monaten Februar, März, April, aus den Jahren 1951 bis 1954*)

Obstbaugebiet	Februar		März		April	
	mm	Tage	mm	Tage	mm	Tage
			1951			
Bilceşti	39,0	11	106,0	14	—	—
Voineşti	66,0	8	71,0	8	—	—
Bistriţa	—	—	—	—	—	—
			1952			
Bilceşti	—	—	19,8	8	20,0	7
Voineşti	70,4	12	60,6	10	—	—
Bistriţa	—	—	—	—	—	—
			1953			
Bilceşti	—	—	5,3	1	81,0	13
Voineşti	93,0	11	21,0	9	—	—
Bistriţa	38,0	18	5,0	8	—	—
			1954			
Bilceşti	—	—	—	—	—	—
Voineşti	—	—	20,0	6	99,0	14
Bistriţa	—	—	34,7	7	8,6	5

*) Die Niederschläge sind bis zum Beginn der Reifung angegeben.

Aus unseren, in drei Obstbaugebieten durchgeführten Untersuchungen über den Reifevorgang der Asci und Ascosporen des Pilzes *Endostigme inaequalis* (Cooke) Sydow läßt sich noch Folgendes ermitteln: Ein plötzliches Ansteigen der Temperatur beschleunigt den Reifungsvorgang, auch wenn die Minimaltemperaturen nur zwei Tage lang über 0 °C liegen. So geschah es im Obstbaugebiet Bilceşti drei Jahre hindurch, im Obstbaugebiet Voineşti in den Jahren 1951 und 1954 und im Obstbaugebiet Bistriţa im Jahre 1954. Plötzlich auftretende mittlere Minima von etwas über 0 bis zu 6 °C be-

schleunigten sofort den Reifungsbeginn um zwei bis fünf Tage (Abb. 2). In den Jahren 1952 und 1953 begann in dem Obstbaugebiet Voineşti und im Jahre 1953 in dem Obstbaugebiet Bistriţa die Reifung bei mittleren Minima von unter 0 (— 4 und — 6 ⁰ C), sie ging aber langsamer vor sich. Ein großer Prozentsatz von Asci mit reifen Ascosporen konnte im allgemeinen beobachtet werden, wenn die Mitteltemperaturen über 0 ⁰ C lagen, die mittleren Minima 0 ⁰ C erreichten oder darüber lagen und die mittleren Maxima höhere Werte als zu Beginn des Reifungsvorganges erreichten. Wenn die Mitteltemperaturen zwischen 8 und 15 ⁰ C lagen, war in allen Jahren und allen Obstbaugebieten die Zahl der Asci mit reifen Ascosporen groß (Tabelle 7). Die Temperatur von 20 ⁰ C, die nach einigen Autoren (9, 10, 13, 28) die optimale Temperatur für die Ascosporenreifung darstellt, entspricht den Laboratoriumsuntersuchungen, welche die Gesamtheit der Bedingungen, so wie sie sich in den Obstbaugebieten verschiedener Gegenden vorfinden, nicht in Betracht ziehen konnten.

Tabelle 7

Einfluß der klimatischen Bedingungen auf die Ascosporenreifung in den Obstbaugebieten Bilceşti, Voineşti und Bistriţa während der Jahre 1951—1954

Obstbaugebiet und Jahr	Zeitraum	mittlere Temperatur ⁰C	Niederschläge		Reife Askosporen %
			mm	Tage	
Bilceşti 1951	10.—16. III.	6,6	5,5	2	24
	16.—19. III.	9,2	0,3	1	30
	19.—25. III.	3,9	1,9	3	50
	25. III.—6. IV.	8,7	19,4	6	60
Bilceşti 1952	1.—21. IV.	8,5	16,3	4	20
	21.—27. IV.	12,4	2,1	1	38
	27.—30. IV.	13,7	2,3	2	40
Bilceşti 1953	1.—9. IV.	8,7	24,7	3	40
	9. IV.—2. V.	7,9	65,6	12	50
Voineşti 1951	13. III.—26. IV.	9,7	140,0	15	30
	26.—30. IV.	13,7	0,4	1	40
	30. IV.—5. V.	15,4	29,5	1	58
Voineşti 1952	18.—29. III.	1,8	9,9	5	20
	29. III.—2. IV.	14,7	0	0	28
	2.—5. IV.	4,6	14,1	2	40
	5.—11. IV.	6,4	6,6	2	60
Voineşti 1953	3.—12. III.	1,4	6,2	5	10
	12.—22. III.	3,6	6,6	2	25
	22. III.—2. IV.	9,6	8,7	2	34
	2.—8. IV.	9,7	20,3	1	43
	8.—14. IV.	8,3	26,7	5	63
Bistriţa 1953	18. III.—5. IV.	6,9	0	0	25
	5.—11. IV.	12,2	21,3	3	60
	11.—26. IV.	8,3	20,2	4	65
Bistriţa 1954	17. IV.—5. V.	8,7	45,8	11	25
	5.—20. V.	13,5	88,3	11	40
	20.—26. V.	13,5	3,1	3	60

Aus Abb. 2 geht noch hervor, daß in einem großen Teil unserer Obstbaugebiete der Reifungsvorgang der Perithecien zu verschiedenen Daten (1. März bis 15. April) eintreten kann, also in einem Abstand von eineinhalb Monaten. Es gibt jedoch Fälle, in denen man auch in der ersten Januarhälfte eine große Anzahl Asci mit reifen Ascosporen finden kann, so wie es im Jahre 1953 für das in dem Schema nicht angegebene Obstbaugebiet Rîmnicu-Vîlcea, festgestellt wurde. Diese Tatsache ist für die Biologie von *Endostigme inaequalis* interessant, aber für Prognose und Warndienst gleichgültig, da der Knospenaufbruch gewöhnlich nicht vor dem 1. März stattfindet. Es genügt deshalb, wenn in unserem Lande die ausführlichen Beobachtungen (in der Obstanlage und im Laboratorium) über die Perithecienreifung um den 1. März herum beginnen.

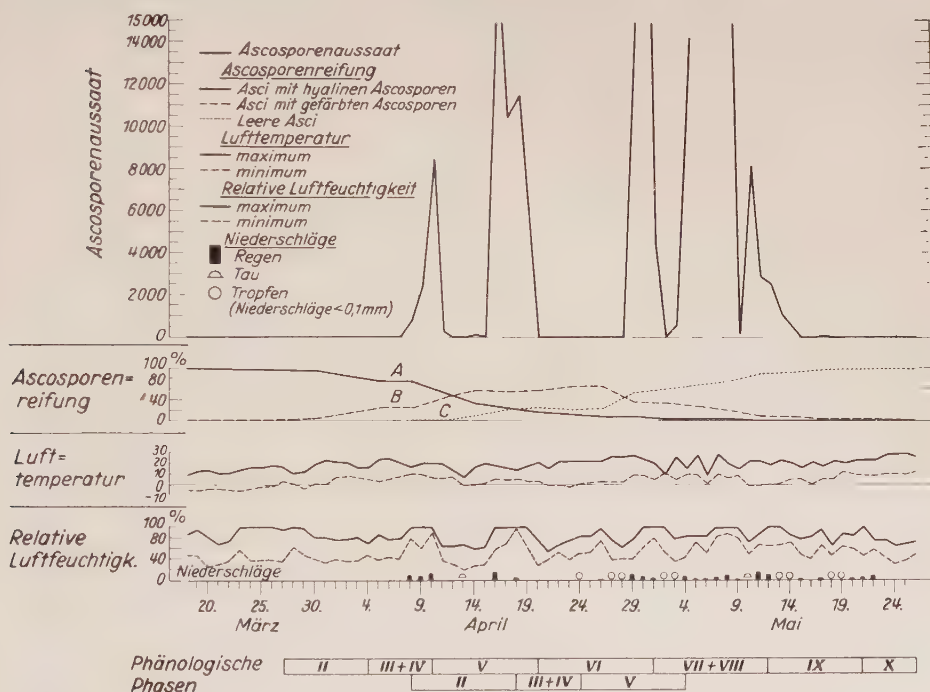


Abb. 5. Graphische Darstellung des Auftretens, der Reifung und der Entleerung der Perithecien und des Ausschleuderns der Ascosporen von *Endostigme inaequalis* (Cooke) Syd. in Abhängigkeit von den klimatischen Bedingungen und den phänologischen Phasen auf der Obstbauversuchsstation Bistrița im Jahre 1953

Wenn man die Dauer des Reifungsvorganges der Ascosporen vergleicht, so kann man feststellen (Tab. 8), daß in den Obstbaugebieten Bilcești, Voinești und Bistrița diese Reifungsprozesse im Laufe von 45 bis 50 Tagen intensiv stattfinden. Wenn die Temperaturen niedriger sind, geht der Reifungsvorgang langsamer vor sich. So wurde z. B. in den Obstbaugebieten Bistrița im Jahre 1953 und Bilcești 1954 ein Unterschied von sechs Tagen in der Dauer des Reifungsvorganges eingetragen. Dies könnte durch das Sinken der Tempe-

ratur während der Reifung erklärt werden, so wie es in Bilceşti vom 21. bis 30. März der Fall war. Die mittleren Minima waren vier Tage hindurch unter 0 °C und erreichten sogar — 8 °C und fünf Tage lang waren sie 0 °C oder etwas darüber. In diesem Zeitraum stockte der Reifungsvorgang, so wie es auch aus Abb. 3 (Kurve B) zu erkennen ist.

Tabelle 8

Dauer der Ascosporenreifung bei *Endostigme inaequalis* (Cooke) Sydow in einigen Obstbaugebieten der Rumänischen Volksrepublik

Obstbaugebiet	Jahr	Beginn der Reifung	Ende der Reifung	Dauer der Ascosporen-reifung
Bilceşti	1951	10. III.	1. V.	52
	1952	1. IV.	18. V.	48
	1953	1. IV.	20. V.	50
Voineşti	1951	13. III.	5. V.	54
	1952	24. III.	5. V.	43
	1954	1. IV.	16. V.	46
Bistriţa	1953	18. III.	2. V.	46
	1954	17. IV.	1. VI.	45

Die bis jetzt geschilderten Ergebnisse führen uns zu einer Reihe für die Prognose und Warnung wichtiger Schlüsse. Der Reifungsvorgang der Perithecien kann auch beginnen, wenn die mittleren Minima unter oder um 0 °C liegen und die mittleren Maxima auch nicht viel höhere Werte erreichen. Im Jahre 1953, z. B. im Obstbaugebiet Bistriţa (Abb. 5), fand am 10. April ein sehr wichtiger Sporenflug statt (8500 Ascosporen wurden in 24 Stunden auf den Sporenfallen gefangen). Die Blütenknospen der Bäume waren erst am Anfang des Aufbruchs und die vegetativen Knospen erst im „Anschwellen". Im Obstbaugebiet Voineşti waren am 8. April 1952 60 % der Ascosporen reif und es fand das erste Ausschleudern statt. Die vegetativen und Blütenknospen waren erst im „Anschwellen". Da die Entwicklung der Knospen meist bei 8 °C beginnt, können wir am Anfang des Frühjahrs die Infektionsgefahr durch die Ascosporen vorher bestimmen und daraus schließen, daß diese Sporen als Infektionsquelle verloren sind, wenn gleich nach Beginn der Reifung einige Niederschläge die Ascosporenaussaat begünstigen.

Wenn der Reifungsvorgang wegen niedriger Temperaturen verspätet eintritt, so erscheinen die ersten reifen Ascosporen spät, und es sammelt sich ein großer Ascosporenvorrat, der eine gefährliche Infektionsquelle bildet und dessen Vorhandensein mit denjenigen Vegetationsphasen übereinstimmt (Blattbildung und Entfaltung der Blüten), in denen die Infektionsgefahr für die Bäume am größten ist. Für die Prognose der Infektion mit Ascosporen des Pilzes *Endostigme inaequalis* (Cooke) Sydow ist es äußerst wichtig, die mittleren Minima, mittleren Maxima und die mittleren Temperaturen sowie die Niederschläge, welche seit dem Auftreten der Perithecien ein-

getragen wurden, zu kennen. Um auf den Reifungsvorgang und das Vorhandensein des Ascosporenvorrats, welcher sich in einer Obstanlage bildet, schließen zu können, ist es notwendig, auch die mittleren Tagestemperaturen, welche nach dem Auftreten der ersten reifen Ascosporen eingetragen wurden, zu kennen. Alle diese Ergebnisse zeigen, daß die Reifung der Asci und Ascosporen ein komplexer Vorgang ist, der nicht nur durch Temperaturänderungen erklärt werden kann. HOLZ (9) benutzte im Niederelbegebiet die Temperatursummenregel und fand nach siebenjährigen (1932 bis 1938) Untersuchungen, daß, wenn das Summieren am 1. März beginnt, man den Reifungstermin der Asci und Ascosporen vorherbestimmen kann, und zwar wird er an dem Tage eintreten, wo eine wirksame Temperatursumme von 105 ° C erreicht wird. HOLZ zeigt, daß die Temperatursumme, welche imstande ist, das Reifen auszulösen, für jede Gegend, mit Beginn des 1. März, gesondert bestimmt werden muß. Die Temperaturen vor dem 1. März haben nach HOLZ keinen entscheidenden Einfluß auf das Datum der Perithecienreife.

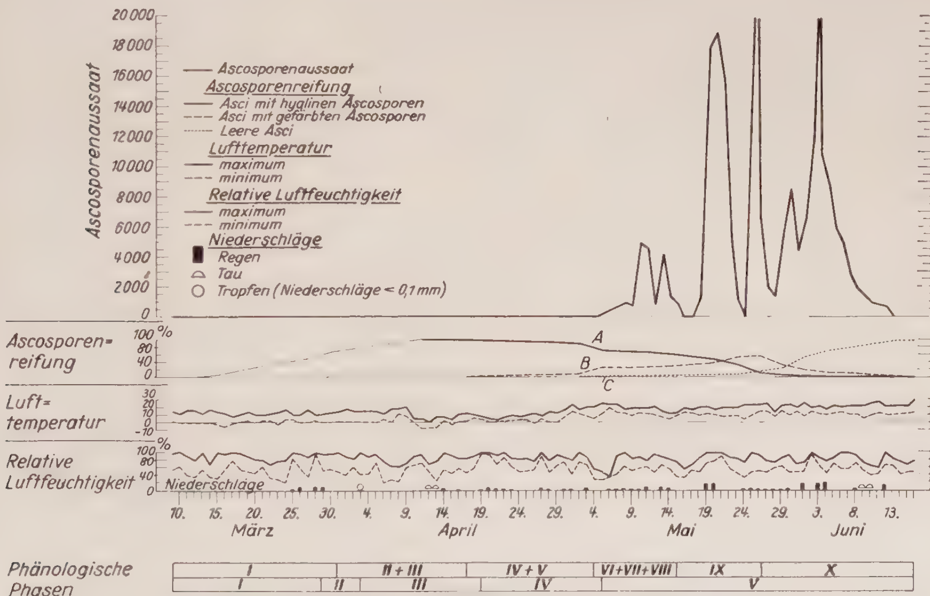


Abb. 6. Graphische Darstellung des Auftretens, der Reifung und der Entleerung der Perithecien und des Ausschleuderns der Ascosporen von *Endostigme inaequalis* (Cooke) Syd. in Abhängigkeit von den klimatischen Bedingungen und den phänologischen Phasen auf der Obstbauversuchsstation Bistriţa im Jahre 1954

HOWITT und EVANS (11) zeigen in den 1926 in Ontario durchgeführten Untersuchungen, daß die Januar-, Februar- und Märztemperaturen einen größeren Einfluß auf das Reifen der Perithecien und Asci haben als die April- und Maitemperaturen. WILSON (32) betont die Bedeutung der Feuchtigkeit auf den Reifungsvorgang und besonders eines wiederholten Wechsels von Feuchtigkeit und Trockenheit.

Aus den von Schad (22) in Clermont-Ferrand durchgeführten Untersuchungen geht hervor, daß die Perithecienreifung in den drei Beobachtungsjahren (1938 bis 1940) konsekutiv in der dritten, zweiten und ersten Dekade des April erfolgte. Vom 1. März bis zur Reifung der Perithecien fielen 4 mm, 78 mm bzw. 33 mm Niederschläge, und die Temperatursummen waren 360 ° C, 292 ° C bzw. 334 ° C. In den Jahren, in denen die Niederschläge reichlicher sind, ist die Temperatursumme kleiner. Dies zeigt die Bedeutung der Niederschläge für die Perithecienreifung. Jahn (13) erörtert die Temperatursummenregel für verschiedene Gebiete in Verbindung mit der von Holz vorgeschlagenen Methode. Er glaubt, daß die Temperatursummenregel von Ort zu Ort und von Jahr zu Jahr verschieden sein wird. Er zeigt gleichzeitig, daß die Feuchtigkeitsverhältnisse für den Reifungsvorgang eine sehr bedeutende Rolle spielen und daß die Untersuchungen nicht nur im Laboratorium, sondern auch im Freiland durchgeführt werden müssen. Die Entwicklung der Perithecien ist sowohl in sehr regenreichen als auch in sehr trockenen Jahren gehemmt. Der Verfasser ist der Meinung, daß das Summieren der Temperaturen nicht am 1. März, wie Holz vorschlägt, beginnen muß, sondern an einem Termin, welcher einer gewissen Phase in der Perithecienentwicklung entspricht.

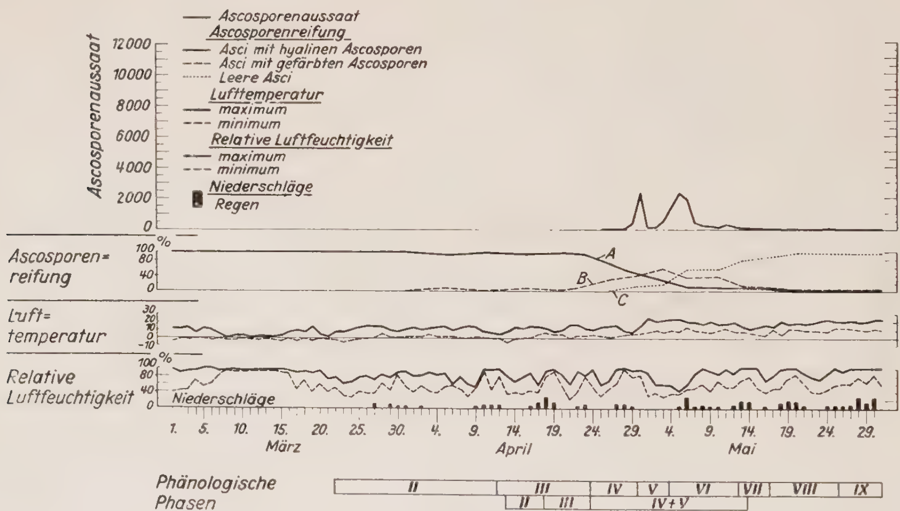


Abb. 7. Graphische Darstellung des Auftretens, der Reifung und der Entleerung der Perithecien und des Ausschleuderns der Ascosporen von *Endostigme inaequalis* (Cooke) Syd. in Abhängigkeit von den klimatischen Bedingungen und den phänologischen Phasen auf der Obstbauversuchsstation Voineşti im Jahre 1954

Winkelmann, Holz und Jaenichen (35) zeigen, daß am 28. Januar 1937 in Stade 5 % der Asci gelbe Sporen hatten; Winkelmann und Holz (33) zeigen, daß in dem Untersuchungsjahre in Berlin am 1. Februar noch keine hyalinen Sporen vorhanden waren und daß die ersten 2 bis 5 % reifen Sporen erst am 21. März erschienen. Jahn (13 fand am 25. Februar 1940

die ersten hyalinen Sporen und am 1. März 1941 hatten die Asci nur einen plasmatischen Inhalt.

Tabelle 9

Die Temperatursummen für die Obstbaugebiete Bilceşti, Voineşti und Bistriţa, von verschiedenen Daten aus dem Zeitraum 1. Oktober bis 1. März an, bis zum Beginn der Reife (nach der Methode von HOLZ)

Obstbaugebiet	Jahr	ab 1. Oktober	ab 1. Nov.	ab 1. Dezemb.	ab 1. Jan.	ab 1. Februar	ab 1. März	ab 1. April	Beginn der Reifung
Bilceşti	1951	507,8	261,8	137,6	22,7	38,1	13,0	–	10. III.
	1952	472,5	240,5	74,6	28,3	31,6	37,1	–	1. IV.
	1953	465,5	162,7	50,9	20,8	36,6	76,5	–	1. IV.
Voineşti	1951	–	406,4	244,0	94,5	74,5	58,0	–	13. III.
	1953	571,8	211,8	56,7	2,1	9,3	6,4	–	3. III.
	1954	– 15,1	– 348,5	– 401,1	– 366,3	– 117,4	84,7	–	1. IV.
Bistriţa	1953	339,5	11,5	– 105,4	– 128,0	– 59,9	– 12,0	–	18. III.
	1954	318,4	6,9	– 7,0	– 107,3	158,5	332,5	122,5	17. IV.

COLOMBIN (2) beobachtete 1951 in Frankreich vier Reifungstermine der Perithecien. STOROŽENKO (26) zeigt doch, obwohl er auf die Rolle der Niederschläge nicht hinweist, daß im Jahre 1945 die Hauptmenge der Ascosporen drei Wochen später reifte als in den Jahren mit frühzeitigem Frühjahrsbeginn.

In unseren Untersuchungen bemühten wir uns, die von HOLZ vorgeschlagene Temperatursummenregel zu prüfen. Wir wollten sehen, ob in den drei Ortschaften, wo ausführlichere Untersuchungen durchgeführt wurden, die wirksame Temperatursumme von einem bestimmten Datum des Zeitraumes 1. Oktober bis 1. März an und bis zum Beginn der Reifung in jedem Jahre dieselbe sei. Nach den in Tabelle 9 wiedergegebenen Ergebnissen sind die Temperatursummen, unabhängig vom Anfangsdatum, von einem Jahr zum anderen sehr verschieden; sie erreichten manchmal, wegen häufiger Temperaturen unter 0 ° C, negative Werte.

Das von HOLZ bestimmte Anfangsdatum (1. März) scheint uns willkürlich. So wie es auch aus unseren und den Untersuchungen der eben erwähnten Autoren hervorgeht, befinden sich die Perithecien am 1. März in verschiedenen Phasen ihrer Entwicklung und benötigen dementsprechend bis zu ihrer Reife eine verschieden lange Zeit und verschiedene wirksame Temperatursummen. Durch unsere Untersuchungen, glauben wir, ist der Beweis geliefert, daß, so wie HOWITT und EVANS (11) zeigen, der Beginn der Perithecienreife von den Temperaturen der Monate Januar, Februar und März beeinflußt wird. Die Temperaturen dieser Monate steuern sowohl, was wir als Auftreten der Perithecien bezeichnet haben, als auch nachher die Asci und Ascosporenreifung. Die Niederschläge spielen ebenfalls eine wichtige Rolle; sie können allein den Beginn des Reifungstermins beeinflussen und manchmal um einen Monat verschieben. Aus der Methode von HOLZ können wir nur eine einzige Tatsache übernehmen, daß nämlich der Monat März

für die Warnung eine besondere Bedeutung hat und die Beobachtungen für die Prognose sowie die Wahl des Warntermins um den 1. März in allen Obstbaugebieten beginnen müssen.

Auf Grund der Temperaturen und Niederschläge aus den Monaten Januar und Februar kann eine vorläufige Prognose sogar vor dem 1. März gemacht werden.

IV. Das Ausschleudern der Ascosporen

Die Ascosporenaussaat wurde von uns im Freiland, in vier aufeinanderfolgenden Jahren, durch Fangen der Sporen auf vaselinierten Objektträgern untersucht. Einige Prozesse des Vorganges wurden auch im Laboratorium erforscht.

Die Zahl der in einem Perithecium vorhandenen Asci ist sehr verschieden. Aderhold meint, es seien 40 bis 60 Asci in einem Perithecium. Viennot-Bourgin (28) fand nur 12 bis 34 Asci mit abgeschlossenem Reifungsvorgang. Tschugunin und Juganowa (27) zeigen, daß sie 200—300 Asci in einem Perithecium gefunden haben. Unsere Untersuchungen auf Blättern, die in mehreren Obstbaugebieten in verschiedenen Jahren gesammelt wurden und Perithecien in voller Reife enthielten, ergaben im Durchschnitt 130 Asci für ein Perithecium. Andererseits zeigte die auf mikroskopische Analysen der Ascosporenaussaat zurückgeführte Berechnung 50 bis 70 Asci je Perithecium. Wir vermuten aber, daß die Analyse, wie auch in den Untersuchungen von Aderhold und Viennot-Bourgin, gemacht wurde, nachdem bereits ein Teil der Sporen ausgeschleudert war. Die entleerten Asci können nur kurz nach der Ausschleuderung der Sporen noch beobachtet werden, denn nachher lösen sie sich auf und verschwinden. Deshalb bestimmt man die Zahl der entleerten Asci, indem man die Differenz zwischen der Gesamtzahl der Asci eines Peritheciums (bei uns 130) und der Summe der in den beiden Phasen (Asci mit hyalinen Ascosporen und Asci mit gefärbten Ascosporen) vorhandenen Asci berechnet.

Wie bereits erwähnt, wurde das Ausschleudern der Ascosporen nicht allein, sondern in direktem Zusammenhange mit dem Reifungsvorgang und dem in der Obstanlage in einem gegebenen Augenblick vorhandenen Vorrat reifer Ascosporen untersucht.

Wiesmann (30) und Jahn (13) behaupten, daß das Ausschleudern nur dann beginnt, wenn alle in dem Perithecium befindlichen Asci reif sind. Wir können jedoch aus den Kurven A, B und C der Abbildungen 3 bis 7 ersehen, daß die Entleerung der Perithecien auch vor der Reifung sämtlicher Asci stattfinden kann.

Das gleichzeitige Vorhandensein der drei mit A, B und C bezeichneten Phasen in einer Obstanlage ist nicht nur der Tatsache zuzuschreiben, daß in einem gegebenen Augenblick die Reifungsprozesse nicht in allen Perithecien gleich weit fortgeschritten sind, sondern vielmehr der Situation, daß in einem Perithecium nicht alle Asci auf einmal reif werden. Wenn gün-

stige Bedingungen vorhanden sind, schleudern die reifen Asci ihre Sporen in dem Maße aus, in dem die Reifungsprozesse in dem Perithecium fortschreiten. Unzählige mikroskopische Analysen haben dies bestätigt. Aus der Beobachtung der Ascosporenaussaat bei einzelnen Perithecien wurde ermittelt, daß nach dem Ausschleudern einer ziemlich großen Sporenzahl in dem Perithecium immer noch Asci mit hyalinen und gefärbten Ascosporen vorhanden sind. In Tabelle 10 wird dieses an drei der beobachteten Perithecien erklärt. Im Laufe von 15 Minuten entleerten sich 60, 13 bzw. 36 Asci; es blieb eine Anzahl von 14, 44 bzw. 19 Asci mit gefärbten, aber noch unreifen Ascosporen und 3, 6 bzw. 21 Asci mit hyalinen Ascosporen.

Tabelle 10

Analyse des Ausschleuderns der Ascosporen aus einzelnen Perithecien

Zahl der Asci, die nach 1/4 Stunde Ascosporen ausgeschleudert hatten	Bei der Analyse, die durch Quetschen ermöglicht wurde, nach 2 Stunden	
	Asci mit gefärbten, noch nicht ausgeschleuderten Ascosporen	Asci mit ungefärbten Ascosporen
60	14	3
13	44	6
36	19	21

Die schleuderreifen Asci strecken sich in die Länge, bis ihre Spitzen durch das Osteolum des Peritheciums dringen und aus ihm um etwa drei Ascosporenlängen hinausragen. Danach werden die Sporen in kurzen Zeitabständen nacheinander herausgeschleudert. Oft werden anstatt acht nur sieben Ascosporen herausgeschleudert. Nachdem ein Ascus völlig entleert ist, ziehen sich seine Wände zusammen, er wird kürzer und ein anderer, mit Ascosporen angefüllter Ascus nimmt seinen Platz ein. Nach der Entleerung einer größeren Anzahl von Asci bilden diese für kurze Zeit eine Art Strauß um das Osteolum des Peritheciums. Aus der Analyse einer größeren Anzahl von Perithecien ergibt sich, daß ein Perithecium meistens alle reifen Ascosporen auf einmal ausschleudert.

Die Ascosporenaussaat wurde auf einer 25 mm² großen Blattfläche, alle zehn Minuten, bei Zimmertemperatur beobachtet, nachdem das betreffende Blattstückchen in den ersten fünf Minuten gut angefeuchtet wurde. Abbildung 8 zeigt, daß die Aussaat 10 bis 20 Mi-

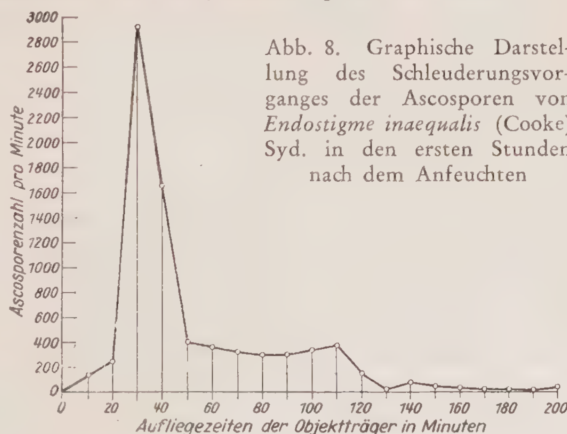


Abb. 8. Graphische Darstellung des Schleuderungsvorganges der Ascosporen von *Endostigme inaequalis* (Cooke) Syd. in den ersten Stunden nach dem Anfeuchten

nuten nach dem Anfeuchten beginnt und daß der Hauptsporenflug 30 bis 40 Minuten dauert. Die Aussaat dauert dann noch zwei bis drei Stunden, aber es wird eine viel kleinere Menge Ascosporen geschleudert. Diese Tatsachen stimmen mit den von Frey und Keitt (5), Winkelmann und Holz (34) und Jahn (13) gefundenen überein. Alle Untersuchungen im Laboratorium zeigen, daß eine mittlere Feuchtigkeit und der Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit die Ascosporenaussaat begünstigen. Wenn die perithecienhaltigen Blätter lange Zeit trockengehalten werden, beginnt nach Anfeuchten die Ascosporenaussaat später als in den ersten Stunden. Eine zu große Feuchtigkeit verhindert die Ascosporenaussaat. Auch in diesem Falle stimmen unsere Ergebnisse mit denen anderer Autoren überein.

Die Schleuderhöhen der Ascosporen sind sehr verschieden. Unsere Untersuchungen bestätigen diejenigen Jahns (13) und zeigen, daß der größte Teil der Ascosporen 3 mm weit geschleudert wird. Manchmal werden die Ascosporen 5 mm und in ganz seltenen Fällen sogar 7 mm weit geschleudert. Aderhold und Wallace fanden auch 10 bis 15 mm weit geschleuderte Ascosporen. Wiesmann (30) betrachtet als normale Schleuderhöhe 30 mm, stellt aber auch Schleuderhöhen von 44 bis 52 mm fest. Ob die Schleuderhöhe im Zusammenhang mit der Apfelsorte steht, ist noch nicht geklärt.

Nach Winkelmann und Holz (34) ist der Beginn der Ascosporenaussaat, je nach der Sorte, verschieden. Dieser Unterschied kann in einigen Fällen 29 Tage betragen. Schneiderhan und Fromme (24) behaupten, daß sie bei drei Apfelsorten keinen Unterschied zwischen den ausgeschleuderten Sporenmengen fanden. Jahns (13) auf fünf Apfelsorten durchgeführte Untersuchungen zeigen dagegen, daß große Unterschiede zwischen den geschleuderten Sporenmengen vorliegen. Die Sorten Charlamovsky und London Pepping schleuderten die größten Menge Ascosporen. Im Freiland aber fand er keine Unterschiede zwischen den Terminen, an welchen die Ascosporenaussaat begann. In unseren Untersuchungen haben wir uns noch nicht mit dem Schleudervorgang bei verschiedenen Apfelsorten beschäftigt. Dennoch können wir sagen, daß bei einer großen Zahl der von uns untersuchten Apfelsorten im Laufe von 21 bis 53 Tagen (Dauer der durch Feuchtigkeitsverhältnisse stark beeinflußten Ascosporenaussaat) die ganze Menge der sich in den Perithecien befindenden Ascosporen erschöpft war.

Die Ascosporenaussaat beginnt an verschiedenen Standorten oder sogar an demselben Standort zu verschiedenen Daten, da sie in erster Linie vom Dasein der vollreifen Ascosporen bedingt ist. Da aber die Reife durch die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse stark beeinflußt wird, ist es verständlich, daß die Ascosporen in einzelnen Jahren und Standorten zu verschiedenen Terminen ausgeschleudert werden. Winkelmann, Holz und Jaenichen (35) zeigen in Deutschland, daß unter den Verhältnissen des feuchten Gebietes um Zossen in den ersten Tagen des April bis Anfang Juni Ascosporen in der Luft gefunden wurden und im Unterelbegebiet ab 30. März bis zum 14. Mai. Winkelmann und Holz (33, 34) zeigen, daß

1934 in der Umgebung von Berlin die Ascosporenaussaat an einigen Orten im April, an anderen jedoch im Mai begann. Nach COLOMBIN (2) werden die Ascosporen in Paris am 31. März ausgeschleudert. SCHAD (22) beobachtete, daß an demselben Ort die Ascosporenaussaat drei Jahre hintereinander zu verschiedenen Daten stattfand, und zwar zwischen 1. bis 31. Mai, 24. April bis 12. Mai und 16. April bis 21. Mai. In England findet die Ascosporenaussaat im März und in den Vereinigten Staaten im April statt. Jährliche ausführliche Untersuchungen würden bestimmt zeigen, daß es nirgends ein bestimmtes Datum für die Ascosporenaussaat gibt. GESCHELE (7) zeigt, daß sich im Omskgebiet die Perithecienreife während der ganzen Vegetationsperiode entfaltet und daß der Reifungsvorgang sich, auf denselben Blättern, im zweiten Jahre fortsetzen kann.

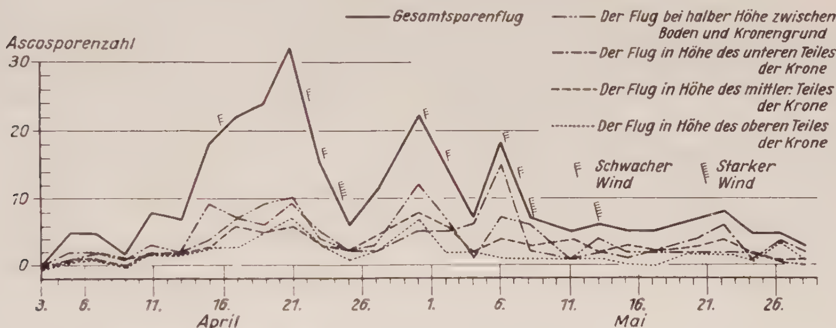


Abb. 9. Graphische Darstellung der in verschiedenen Höhen festgestellten Anzahl von Ascosporen des Pilzes *Endostigme inaequalis* (Cooke) Syd.

In den von uns untersuchten Obstbaugebieten beginnt die Ascosporenaussaat im Laufe des April (Abb. 3—7). Der Termin ist in demselben Gebiet von Jahr zu Jahr und in demselben Jahre von Standort zu Standort verschieden. So z. B. fand in Bilceşti 1951 und 1954 die Ascosporenaussaat Anfang April statt und 1953 am Ende desselben Monats. Auf der Versuchsstation Voineşti wurde die Ascosporenaussaat 1953 Anfang und 1954 Ende April festgestellt. Im Jahre 1953 begann die Ascosporenaussaat in Bilceşti am 28. April und in Voineşti am 8. April.

Die Ascosporenaussaat ist aber nicht nur von dem Zeitpunkt der Reife abhängig, sondern auch von der Niederschlagshäufigkeit nach der Bildung des Ascosporenvorrats. Die Bedeutung der Niederschläge für das Auslösen der Ascosporenaussaat ist von vielen Forschern betont worden (24, 30, 9, 10, 13, 27, 29, 25).

Unsere Untersuchungen ergaben, daß die Ascosporenaussaat sehr häufig lange Zeit nach Beginn des Reifungsvorganges erfolgt. Auf der Versuchsstation Bilceşti begann im Jahre 1951 die Reifung am 10. März und die Aussaat erst am 5. April. In Abb. 3 ist die Kurve des Ascosporenausschleuderns wiedergegeben. In dem Zeitraum vom 10. März bis zum 5. April fielen sehr geringe Niederschläge (10 mm), und zwar nur am 27. und 28. März. Diese waren aber nach der langen Trockenperiode ungenügend,

um die Aussaat auszulösen. Außerdem hemmten die niedrigen, bis zu — 8 °C herabgehenden, Tagesminima vom 21. bis 30. März sowohl den Reifungsvorgang, als auch eine reichlichere Sporenaussaat. Daß die Trockenheit die Hauptursache bei der Verhinderung der Ascosporenaussaat war, bestätigt uns folgender Versuch: wir legten stark angefeuchtete Blätter in Petrischalen und beobachteten am 27. März nur eine beschränkte Aussaat. Am nächsten Tage fiel Regen (4 mm), der in der Anlage eine ebenfalls geringe Schleuderung auslöste. Der Beginn des Schleuderns an demselben Tage ist in Kurve C wiedergegeben, welche den Entleerungsvorgang der Asci darstellt. nach der Zahl der geleerten Asci oder der Methode der Differenz geschätzt. Ebenfalls auf der Station Bilceşti, aber im Jahre 1952, sieht man (Abb. 4), daß das Datum des Reifungsbeginns mit dem Datum des ersten Ausschleuderns übereinstimmte. Vor diesem Datum fielen reichliche Niederschläge zwischen dem 19. bis 27. März (64 mm), und am Tage der Aussaat (1. April) gingen 0,5 mm nieder. Die Menge der ausgeschleuderten Ascosporen war sehr gering. Der Schleuderungsvorgang der Ascosporen ist ohne Zweifel in erster Linie durch die Niederschläge bedingt. Es unterliegt keinem Zweifel, daß der Hauptsporenflug jeweils mit solchen Tagen übereinstimmt, an denen Niederschläge fielen.

Die Ergebnisse, zu denen wir früher (21) gelangten, sind hiermit vollkommen bestätigt, und zwar:

a) Bei normalen Niederschlagsverhältnissen kann ein sehr geringer Regen oder auch Tau die Aussaat auslösen (Abb. 4 u. 6).

b) Nach einer länger anhaltenden Trockenperiode sind reichlichere Niederschläge (etwa 10 mm) notwendig, um die Aussaat auszulösen (Voineşti 1952). Holz (10) erwähnt jedoch Fälle, wo nach einer 12tägigen Trokkenperiode schon nach 1,3 mm Regen Sporen ausgeschleudert wurden.

Tabelle 11

Das Ausschleudern der Ascosporen auf den Versuchsstationen Voineşti und Bistriţa in den Jahren 1951, 1952 und 1954

Versuchsstation und Jahr	Datum	Max. Temperatur °C	Mittel Temperatur °C	Niederschläge mm
Voineşti 1951	9. IV.	16,0	10,5	8
	13. IV.	15,0	13,0	4
	15. IV.	16,0	10,5	8
	16. IV.	10,0	7,5	10
	23. IV.	8,0	4,0	38
Voineşti 1952	8. IV.	7,0	4,0	6
	21. IV.	21,0	14,5	8
	26. IV.	20,0	14,0	4
	27. IV.	18,0	13,5	6
	28. IV.	20,0	13,0	6
	21. V.	7,0	5,0	4
Bistriţa 1954	8. V.	18,0	14,0	4
	9. V.	19,0	14,0	2
	14. V.	12,0	19,0	5

c) Wenn auf einen Hauptsporenflug gleich ein Regen folgt, so ist die Zahl der geschleuderten Sporen im allgemeinen niedriger (Abb. 6) und hängt von der Menge der reifen Sporen ab, welche den Vorrat bilden.

d) Nach langen Trockenperioden wird bei den ersten günstigen Niederschlägen eine sehr große Menge Sporen ausgeschleudert, welche unterdessen ihren Reifungsvorgang beendeten und nicht ausgeschleudert werden konnten (Abb. 3).

WIESMANN (30) erwähnt, daß die Blätter, welche lange Zeit trocken aufbewahrt wurden, viel heftiger Ascosporen ausschleudern als solche, die lange Zeit feucht gehalten wurden. Derselbe Autor stellt fest, daß nach Trockenperioden der Hauptsporenflug gewöhnlich nicht am ersten Regentag, sondern erst im Laufe des zweiten Tages stattfindet.

DARPOUX (3) behauptet auf Grund seiner Beobachtungen in Bordeaux, daß, wenn die Minima unter 10 °C sinken, die Aussaat bei genügenden Niederschlägen auch stattfindet.

Aus Tabelle 11 kann man erkennen, daß wir während unserer Beobachtungen viele Fälle registrierten, wo das Ausschleudern auch bei mittleren und maximalen Temperaturen unter 10° C eintrat. Es scheint jedoch, daß bei Temperaturen von beinahe 0 °C oder darunter, die Aussaat nicht mehr stattfindet oder sehr beschränkt ist.

Tabelle 12

Die Dauer des Ausschleuderns in einigen Obstbaugebieten der Rumänischen Volksrepublik

Station und Jahr		Beginn des Ausschleuderns	Ende des Ausschleuderns	Dauer in Tagen
Bilceşti	1951	5. IV.	25. V.	50
	1952	1. IV.	25. V.	53
	1953	28. IV.	30. V.	32
Voineşti	1953	8. IV.	21. V.	43
	1954	28. IV.	18. V.	21
Bistriţa	1953	8. IV.	18. V.	40
	1954	8. V.	13. VI.	36

Die Dauer der Ascosporenaussaat unter den Verhältnissen unseres Landes variiert von 21 bis 53 Tagen (Tabelle 12). In vielen Fällen kann ihre Dauer durch eine Verschiebung zwischen der Reifungs- und Schleuderungsphase verkürzt werden. Aus Abbildung 3 sieht man, daß auf der Versuchsstation Bilceşti im Jahre 1951 die Aussaat 25 Tage später begann als der Reifungsvorgang. Die Gründe hierfür wurden an anderer Stelle erklärt. Aus Abbildung 6 sieht man, daß auf der Versuchsstation Bistriţa im Jahre 1954 die Aussaatperiode nur 36 Tage dauerte. Sie begann nach 21 Tagen, weil der Reifungsvorgang sehr langsam fortschritt. Sobald jedoch ein genügender

Vorrat reifer Ascosporen vorhanden war, begann dank der gefallenen Niederschläge sofort die Aussaat. Ausnahmsweise dauerte die Aussaat auf der Station Voineşti im Jahre 1954 nur 21 Tage. Das erste Ausschleudern fand 27 Tage nach Beginn der Reifung statt. Wegen der niedrigen Temperaturen ging der Reifungsvorgang nur langsam vor sich, und der Acosporenvorrat war beschränkt.

Je kürzer die Dauer der Aussaat ist, desto kleiner ist die Zahl der Hauptsporenflüge. In den von uns untersuchten Fällen fanden wir zwei bis fünf Hauptsporenflüge, die Regel sind vier oder fünf. In dem außergewöhnlichen Fall von Voineşti im Jahre 1954 mit niedrigen Temperaturen zu Beginn der Reifung und einem plötzlichen Ansteigen der Temperatur bis zum 30. April wurde ein sehr großer nur in zwei Hauptsporenflügen ausgeschleuderter Ascosporenvorrat geschaffen.

Nach Schneiderhan (24) dauerte die Ascosporenaussaat in Virginia in drei aufeinander folgenden Jahren 56—94 Tage. Im allgemeinen gibt er drei bis vier Hauptflüge an. Nach Raucourt (17) dauerte in Clermont die Aussaat 44 Tage und umfaßte zwei Hauptflüge.

Die Menge der beim Hauptflug geschleuderten Sporen ist sehr groß. In dieser Hinsicht unterscheiden sich die Auszählungsmethoden der verschiedenen Autoren und die dabei erhaltenen Werte lassen sich nicht vergleichen. Wiesmann (30) findet mit Hilfe von Luftsaugapparaten 1—11 Ascosporen in einem Liter Luft. Keitt und Jones (14) erwähnen, daß während eines Regens 289 Ascosporen auf 1 m³ Luft gefangen wurden. Vuitenez (29) findet 20—25 Sporen auf einen Liter Luft. Jahn (13) zählt nur fünf Querreihen von den auf Objektträgern gefangenen Sporen aus und findet dennoch manchmal über 50 000 Sporen.

Tabelle 13

Die Zahl der Ascosporen, welche während des Schleuderns bei verschiedenen Hauptflügen auf je vier vaselinierten Objektträgern gefangen wurden

Hauptflug	Die Zahl der geschleuderten Ascosporen					
	Bilceşti		Bistriţa		Voineşti	
	1951	1953	1953	1954	1952	1954
I	5000	10000	8500	50000	3500	2500
II	3000	20000	70000	19000	5500	2500
III	10000	17000	60000	21000	5500	—
IV	4000	6000	100000	30000	3000	—
V...	4500	—	11000	—	2000	—

Tabelle 13 stellt die Zahl der Sporen dar, welche in verschiedenen Obstanlagen auf 3 mm über den Blättern angebrachten Objektträgern gefangen wurden. Auf je vier vaselinierten Objektträgern konnten in verschie-

denen Jahren, zur Zeit der Hauptsporenflüge, zwischen 2000—100 000 Ascosporen gefangen werden. Auf diese Weise wird nochmals bestätigt, daß die niedrigen Wintertemperaturen die Reifung der Perithecien nicht verhindern.

Unter den klimatischen Verhältnissen der Obstbaugebiete unseres Landes ist die Reifung einer sehr großen Menge Ascosporen gesichert. Ihre Zahl übertrifft bei weitem die Zahl der Frühjahrskonidien, die sich aus dem überwinternden Myzel bilden und nur in manchen Jahren und auf einigen Stationen auf Objektträgern gefangen werden konnten. Tabelle 14 zeigt zusammenfassend, welche Variation von Jahr zu Jahr und von Standort zu Standort in bezug auf die Erscheinungstermine, die Reifung der Ascosporen und deren Aussaat anzutreffen ist. Es ist infolgedessen klar, daß die Gefährdung durch den Ascosporenvorrat für die phaenologischen Phasen des Apfelbaumes von Jahr zu Jahr verschieden sein kann. Was klimatische Bedingungen anbelangt, wurden die Erklärungen und Begründungen zu jedem Kapitel gesondert gegeben.

Tabelle 14

Zusammenfassung der Daten über das Auftreten der Perithecien, die Reifung und das Ausschleudern der Ascosporen in ihrer Beziehung zur phänologischen Phase des Apfelbaumes in den Jahren 1951 bis 1954 auf den Versuchsstationen Bilcești, Voinești und Bistrița

Obstbaugebiet und Jahr	Datum des Auftretens der Perithecien	Ascosporenreifung		Termin der 1. Schleuderung	phänologische Phase zu Beginn der Ascosporenreifung
		Beginn	Ende		
Bilcești . . . 1951	25. II.	10. III.	1. V.	5. IV.	III + IV
1952	16. III.	1. IV.	18. V.	6. IV.	II
1953	15. III.	1. IV.	20. V.	28. IV.	V
Voinești . . 1951	28. II.	13. III.	5. V.	6. IV.	VI
1952	10. III.	24. III.	5. V.	8. IV.	II
1954	1. II.	1. IV.	16. V.	26. IV.	VII
Bistrița . . . 1953	29. II.	18. III.	2. V.	8. IV.	III + IV
1954	15. III.	17. IV.	1. VI.	5. V.	VI + VII + VIII

V. Der Ascosporenflug

Der Ascosporenflug wurde in zwei Obstbaugebieten, Bilcești und Voinești, im Jahre 1951 untersucht. Aus den in Bistrița in den Jahren 1953 und 1954 angestellten Untersuchungen über den Flug der Sommenkonidien können wir einige Schlüsse auch in bezug auf die Ascosporen ziehen.

Im allgemeinen stimmen die Hauptsporenflüge mit dem Massenausschleudern überein (Abb. 3—7 und 9). Abbildung 9 zeigt, daß bei verschiedenen Abständen von der Ascosporenquelle unterschiedliche Mengen

von Ascosporen gefangen werden. Auf den in halber Höhe zwischen dem Boden und der Baumkrone angebrachten Objektträgern wurde die größte Sporenmenge gefangen. In Bilceşti wurden am 21. April im Laufe von zwei Tagen in dieser Höhe im Durchschnitt zehn Ascosporen auf einem Objektträger, am unteren Teil der Krone im Durchschnitt neun, am mittleren Teil sechs und am oberen Teil der Krone etwa sieben Ascosporen auf einem Objektträger gefangen. Am 30. April 1951 wurden in den oben erwähnten Höhen zwölf, acht, sieben bzw. fünf Ascosporen gefangen. Am 17. April wurde in Voineşti eine geringere Anzahl gefangen. Die Größe der Oberfläche eines Objektträgers ist etwa gleich derjenigen eines Apfelblattes. Daher können wir den Schluß ziehen, daß die Anzahl der auf die Blätter gelangenden Ascosporen kleiner ist als die Menge, welche von den am Boden liegenden Blättern ausgeschleudert wird. Jedoch genügen fünf bis zwölf Ascosporen, um unter günstigen Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnissen eine starke Infektion auf den Kelch oder auf den jungen Laubblättern hervorzurufen.

Der Wind, und zwar schwache Windbewegung, spielt eine bedeutende Rolle bei der Verbreitung der Ascosporen. Er trägt zur Aussaat der Ascosporen in alle Richtungen bei und begünstigt ihr Auffliegen auf die Blätter. Starke Winde treiben sie auf große Entfernungen und verhindern das Anhaften von zahlreichen Ascosporen auf den Blättern. Mehrere Autoren (11, 30, 22) erwähnen, daß der Ascosporenflug nur bei feuchtem und windigem Wetter stattfindet. In der Tat ist unserer Meinung nach das Ausschleudern der Ascosporen durch den Regen und der Ascosporenflug durch den Wind begünstigt. Aus Abbildung 9 geht hervor, daß in allen untersuchten Höhen die größte Anzahl von Ascosporen auf den Objektträgern dann gefangen wurde, wenn während des Sporenflugs schwache Winde wehten. Die Forschungen über den Ascosporen- und Konidienflug ergaben, daß diese in bedeutenden Mengen auf ziemlich große Entfernungen von der Infektionsquelle getragen werden können. Es wurden Pfähle in verschiedenen Entfernungen von der Infektionsquelle ausgesteckt und auf ihnen Objektträger angebracht. Bis zu 40 m Entfernung konnten noch 6 bis 30 Sporen auf einem Objektträger gefangen werden. Bei dieser Entfernung wurden Sporen sogar in einer Höhe von etwa 10 m gefangen. Die Forschungen des Jahres 1954 auf der Station Bistriţa zeigten, daß man auch bei 300 m Entfernung von der Infektionsquelle Konidien finden kann. Dieses ist auch für die Ascosporen gültig. Die von Howitt und Evans (11) festgestellten Entfernungen sind viel geringer.

Zusammenfassung

Auf Grund der in fünf aufeinanderfolgenden Jahren in verschiedenen Obstbaugebieten Rumäniens durchgeführten Forschungen über die Biologie der Hauptfruchtform des Pilzes *Endostigme inaequalis* (Cooke) Sydow gelangen wir zu den Schlußfolgerungen:

1. Das Auftreten der Hauptfruchtform des Parasiten in Rumänien bedeutet für die Biologie des Pilzes eine wichtige Tatsache, die Rückwirkungen auf die Infektionsmöglichkeiten und folglich auch auf die Bekämpfungsmethoden gestattet.

2. Die Hauptfruchtform des Pilzes in Rumänien, zum erstenmal im Jahre 1945 festgestellt, ist jetzt in den wichtigsten Obstbaugebieten des Landes verbreitet.

3. Zum erstenmal im Studium der Biologie des Pilzes *Endostigme inaequalis* (Cooke) Sydow wurde gezeigt, daß die verschiedenen Etappen in der Entwicklung und Reifung der Perithecien und die Aussaat der Ascosporen bei viel niedrigeren Temperaturen als den bisher genannten auftreten können.

4. Unter den 33 untersuchten Apfelsorten zeigten die Sorten Belle fleur jaune, Jonathan und Creţesc perithecienhaltige Blätter in großer Häufigkeit. Die Sorten Boiken, Cox Orange und Creţesc roşu de Vîlcea hatten sehr wenig perithecienhaltige Blätter. In unseren Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit fanden wir, daß diese letztgenannten Sorten unter die am schwächsten befallenen gezählt werden können.

5. Das sichtbare Auftreten der Perithecien findet frühestens gegen Mitte Dezember statt. Der Termin des Auftretens wechselt mit den klimatischen Bedingungen von Gebiet zu Gebiet und in demselben Obstbaugebiet von Jahr zu Jahr.

An demselben Standort ist der Termin des Auftretens der Perithecien nur in geringem Maße von der Sorte bedingt, hingegen stark von den klimatischen Verhältnissen zur Zeit der Anlage und Entwicklung der Perithecien beeinflußt.

6. Der Pilz *Endostigme inaequalis* (Cooke) Sydow kann bei viel niedrigeren als in der Literatur bisher erwähnten Temperaturen Perithecien bilden. Diese Fruchtformen können sich in den Blättern entwickeln, auch wenn die mittleren Temperaturen ein bis zwei Monate lang bis — 3 ° C erreichen, die mittleren Minima — 6 ° C und die mittleren Maxima etwa + 5 ° C betragen. In Rumänien entwickeln sich die Perithecien ungestört bei gewöhnlich niedrigeren Temperaturen in den Monaten Januar und Februar. Bei s e h r niedrigeren Temperaturen tritt die Perithecienbildung verspätet ein. Geringe Niederschläge verspäten ebenfalls die Bildung und das Auftreten der Perithecien.

7. Auf den im Zeitraum Ende August bis Ende Oktober abfallenden Blättern bildet sich die größte Anzahl von Perithecien, welche im Frühjahr eine wichtige Infektionsquelle darstellen. Sie werden praktisch alle gleichzeitig reif. Der Zeitpunkt des Laubfalls, der von Sorte zu Sorte oder auch bei derselben Sorte von Jahr zu Jahr verschieden ist, hat keinen bedeutenden Einfluß auf das Datum des Auftretens und der Reifung der Perithecien.

8. Für den Warndienst ist es sehr wichtig, den Vorrat reifer Ascosporen genau zu kennen, welcher sich zu einem gewissen Zeitpunkt in der Obstanlage befindet.

9. In einer Obstanlage werden nicht alle Perithecien gleichzeitig reif. Dasselbe gilt auch für die Ascosporen eines Peritheciums. Für die Prognose und den Warndienst müssen, unter den Verhältnissen unseres Landes, ausführliche Forschungen über die Ascosporenreifung um den 1. März beginnen. Die ersten Asci mit vollreifen, für die Infektion wichtigen Ascosporen erscheinen zu Terminen, welche von Jahr zu Jahr und von Standort zu Standort verschieden sein können. Abgesehen von einigen Ausnahmen beginnt der Reifungsvorgang gewöhnlich zwischen 1. März und 15. April.

Die großen Unterschiede zwischen den Daten, an denen der Reifungsvorgang beginnt, sind den Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen zuzuschreiben.

10. Der Reifungsvorgang erfolgt gewöhnlich bei höheren Temperaturen, als für die Bildung und das Auftreten der Perithecien notwendig sind.

Die für die Reifung genügenden Temperaturen sind folgende: Mittlere Maxima einen Monat lang 1 bis 12 ° C, mittlere Temperaturen zwischen 1 bis 6 ° C, häufig auch um 0 ° C oder sogar darunter; mittlere Minima kurze Zeit zwischen — 3 ° C und — 5 ° C. Dieses sind die niedrigsten Temperaturen, welche in der Literatur für die Reifung von Asci und Ascosporen angegeben sind. Bei normalen Temperaturverhältnissen in den Monaten Januar, Februar und Anfang März sind in den Obstbaugebieten unseres Landes günstige Bedingungen für die Reifung der Ascosporen und die Bildung eines wichtigen Vorrats reifer Ascosporen gegeben. Der Reifungsvorgang kann stattfinden, wenn die mittleren Temperaturen zwischen 8 ° C bis 15 ° C schwanken.

11. Wenn sich das Auftreten der Perithecien wegen niedriger Temperaturen in den Monaten Januar und Februar verspätet, so ist die Reifung, auch bei günstigen Temperaturverhältnissen, ebenfalls verspätet.

12. Je niedriger die Temperaturen innerhalb der erwähnten Grenzen, desto langsamer entfaltet sich der Reifungsvorgang. Zwei Tage mit höheren mittleren Maxima und Minima genügen, um den Reifungsvorgang zu beschleunigen.

13. Für das Einsetzen des Reifungsvorganges spielen die Niederschläge eine bedeutende Rolle. Trotz günstiger Temperaturverhältnisse ist der Reifungsvorgang verspätet, wenn nach dem Auftreten der Perithecien die Niederschlagsmenge weniger als 20 mm beträgt.

14. In einer Obstanlage dauert der Reifungsvorgang 45 bis 50 Tage. Schwankungen innerhalb dieser Grenzen sind auf Verschiedenheiten der klimatischen Verhältnisse zurückzuführen.

15. Für die Prognose des Auftretens der Perithecien, der Entwicklung des Reifungsvorganges und der Infektionsmöglichkeiten durch Ascosporen ist es sehr wichtig, die mittleren Maxima und die mittlere Minima zu kennen. Außerdem müssen auch die Niederschläge in Betracht gezogen werden, weil das Auftreten, die Entwicklung und die Reifung der Perithecien komplexe Vorgänge darstellen, die nicht nur an Hand der Temperaturveränderungen erklärt werden können.

16. Für eine genaue Prognose der Infektionsmöglichkeiten und die Festlegung des Warntermins ist es notwendig, die klimatischen Verhältnisse jedes Obstbaugebietes für einen Zeitraum von mehreren Jahren genau zu kennen. Der Einfluß dieser Verhältnisse auf die Biologie des Parasiten muß in jeder einzelnen Entwicklungsphase der Perithecien beobachtet werden. Die Entfaltung der Entwicklungsetappen ist von den klimatischen Verhältnissen beeinflußt, welche mindestens für einen Monat jeder einzelnen Phase vorangegangen sind.

17. Unter den klimatischen Verhältnissen Rumäniens beginnt das Ausschleudern der Ascosporen zu verschiedenen Daten, gewöhnlich im Laufe des April.

18. Das Ausschleudern der Ascosporen ist durch den in der Obstanlage befindlichen Vorrat reifer Ascosporen und durch die Niederschläge bedingt. Sie kann eintreten bevor sämtliche Ascosporen eines Peritheciums vollreif sind.

Gewöhnlich beginnt das Ausschleudern der Ascosporen kurz nach dem Anfeuchten der Blätter; der Großteil der Ascosporen wird in den folgenden 30 bis 40 Minuten ausgeschleudert. Reichliche Niederschläge verhindern das Ausschleudern der Ascosporen. Die Schleuderweite beträgt 3 bis 7 mm.

19. Die von uns in einer früheren Veröffentlichung (21) erwähnten Ergebnisse über den Zusammenhang zwischen Ausschleudern und Art der Niederschläge bestätigen sich vollkommen. Die Dauer des Ausschleuderns beträgt 21 bis 53 Tage, mit zwei bis fünf Hauptsporenflügen. Die Zahl der geschleuderten Sporen ist sehr groß.

20. Wenn das Auftreten der Perithecien, die Reifung und Ausschleuderung der Ascosporen verspätet erfolgen, ist die Gefahr einer starken Infektion auf den jungen Organen des Apfelbaumes durch Ascosporen sehr groß. Je früher diese Vorgänge stattfinden, desto größer ist die Zahl der Sporen, die nach dem Ausschleudern verlorengehen, denn in dieser Zeit befinden sich die Bäume in einer für die Infektion wenig günstigen phaenologischen Phase.

21. Mäßige Winde begünstigen den Ascosporenflug in Höhe der Baumkrone. Auf den Blättern des oberen Kronenteils wurden weniger Sporen als auf den Blättern des mittleren und unteren Kronenteils gefangen. Die

Konidien und Ascosporen können vom Wind in horizontaler Richtung bis zu Entfernungen von 300 m von der Infektionsquelle getragen werden.

22. Für die Vorherbestimmung der Spritztermine ist es notwendig, die Beobachtungen im Freiland durch Beobachtung der Sporenaussaat im Laboratorium zu ergänzen; hier werden die Ascosporen, auf Grund der höheren Temperatur, einige Tage früher als in der Obstanlage ausgeschleudert.

23. Die Prognose über das Auftreten und die Reifung der Perithecien kann schon im Laufe der Monate Januar, Februar, März gestellt werden.

24. Bei der Vorherbestimmung der Spritztermine muß man nicht nur den Beginn des Ausschleuderns, sondern insbesondere auch den Vorrat reifer Ascosporen, die Niederschlagsverhältnisse und die phaenologischen Phasen der Bäume berücksichtigen.

Alle diese Schlußfolgerungen bilden die Grundsätze unserer Methode für die Vorherbestimmung der Infektion und die Festlegung der Warntermine.

Literaturverzeichnis

1. Bordeianu, T. şi Cvasnii, D., 1954: Mărul. Ministerul Agriculturii şi Silviculturii, Inst. Cerc. Agr., Tratate, Nr. 1. 177 S.

2. Colombin, A., 1952: Les avertissements agricoles pour les tavelures en 1951. Phytoma, Nr. 43.

3. Darpoux, R., 1943: Les bases scientifiques des avertissements agricoles. Ann. des Epiphyties **9**, 2, 177—205.

4. Florenzano, G., 1950: Biologia di *Endostigme pirina* (Aderh.) Syd. [= *Venturia pirina* Aderh.] e di *E. cinerascens* (Fleisch.) Jörst [= *V. inaequalis* (Cke.) Aderh.] ed epidemiologia della ticchiolatura in Italia. L'Agricoltura Italiana, 242, Febbraio-Marzo e Aprile, p. 40.

5. Frey, C. N. and Keitt, C. W., 1925: Studies of spore dissemination of *V. inaequalis* (Cke.) Wint., in relation to seasonal development of opple scab. J. Agr. Res. **30**, 529—540.

6. Gaudineau, M., Raucourt, M. et Morel, G., 1939: Observations sur la forme parfaite de la tavelure du pommier et du poirier. Rev. de Path. vég. et d'Ent. agric. France **27**, 148—154.

7. Geschele, E. E., 1952: Besonderheiten der Bekämpfung des Apfelschorfes im Omsker Gebiet. Ssad i Ogorod **7**, 72—73 (russ.).

8. Heald, D. F., 1933: Manual of plant diseases, 612—629.

9. Holz, W., 1936: Beobachtungen über Primärinfektionen durch Ascosporen des Apfelschorferregers *Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fckl. Zbl. Bakt. Abt. **2**, **93**, 290—295, Ref. in R. A. M. **15**, 375.

10. — —, 1940: Der Einfluß der Märztemperatur auf die Geschwindigkeit des Reifungsvorganges von *Venturia inaequalis*-Perithecien. Angew. Bot. **21**, 209, 1939. Ref. in Ann. des Epiphyties **6**, 1.

11. Howitt, J. E. and Evans, W. G., 1926: Preliminary report of some observations on ascospore discharge and dispersal of conidia of *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter. Phytopathology **16**, 559—563.

12. Ionescu, Al., Brici, I. şi Fediuc, A., 1946: Contribuţiuni la cunoaşterea råspîndirii sporilor de *Venturia inaequalis* primăvara, cu privire specială la combatere. Agricultura **1**, 13—18.

13. Jahn, E., 1943: Untersuchungen zur Vorherbestimmung des ersten Spritztermins beim Apfelschorf. Angew. Bot. **25**, 55.

14. Keitt, G. W. and Jones, L. K., 1925: Frequencies of ascospores of *Venturia inaequalis* in orchard air. Phytopathology **15**, 57.

15. — — and Wilson, E. E., 1926: Studies on the development of the ascigerous stage of *Venturia inaequalis* in nature. Phytopathology **16**, 77.

16. Küthe, K., 1937: Zur natürlichen und künstlichen Infektion des Apfelschorfes *Venturia inaequalis* (Cooke) Aderh. und seiner Bekämpfung. Z. Pflanzenkr. u. Pflanzenschutz 47, 193, 1937. Ref. in R. A. M. **16**, 684.

17. Raucourt, M., 1941: Maladies des arbres fruitiers. Ann. des Epiphyties **7**, 138—140.

18. Rudloff, C. F. und Schmidt, M., 1935: Der Erreger des Apfelschorfes, *Venturia inaequalis* (Cooke) Aderh. Grundlagen und Möglichkeiten für seine Bekämpfung auf züchterischem Wege I. Züchter **7**, 30.

19. Saccas Athanase, 1944: Etude morphologique et biologique des *Fusicladium* des Rosaceaes. Paris.

20. Šašin, A. Č., 1950: Über die Termine der Apfelschorfbekämpfung. Ssad i Ogorod **3**, 21—23 (russ.).

21. Săvulescu, A., Hulea, Bontea, V., Becerescu, D. şi Marin, A. 1951: Forma perfectă a ciupercii *Endostigme inaequalis* (Cooke) Sydow, ca mijloc de producere a infecţiunii în pătarea cafenie şi rapănul mărului. Com. Acad. RPR., Tom. I, Nr. 11—12.

22. Schad, C., 1943: Possibilité d'organiser un service d'avertissements contre la tavelure du pommier et du poirier. Ann. des Epiphyties **9**, 11—17.

23. — — et Soulié, H., 1939: Note sur la recherche des perithèces de tavelure du pommier et du poirier dans la région du centre. Rev. de Path. vég. et d'Ent. France **26**, 160—162.

24. Schneiderhan, F. J., 1925: Rainfall in relation to ascospore discharge and infection in *Venturia inaequalis*. Phytopathology **15**, 56.

25. Ssenekerimjan, Ja. A., 1951: Zur Biologie der Erreger des Birnen- und Apfelschorfes unter den Bedingungen des Kirowokansker Gebietes. Izwestija Akad. Nauk Armjanskoi SSR, **4**, 8 (russ.).

26. Storoženko, E. M., 1952: Die Anwendung von Bordeaux-Brühe erhöhter Konzentrationen bei der Bekämpfung des Apfelschorfes. Fragen der Ackerbautechnik und der Selektion in Obst- und Beerenkulturen. Sammlung von Arbeiten. Landwirtschaftlicher Verlag, Moskau (russ.).

27 Tschugunin, Ja. und Juganowa, O. N., 1950: Phänologischer Kalender für den Schutz des Obstgartens vor Schädlingen und Krankheiten. Krimverlag. 96. (russ.).

28. Viennot-Bourgin, G., 1949: Les champignons parasites des plantes cultivées, Paris 490—518.

29. Vuittenez, A., 1950: Un appareil simple pour étudier la projection des ascospores de la tavelure dans le conditions naturelles. Rev. Path. vég. **28**, 118—125. 1949. Ref. in R. A. M. **29**, 102.

30. Wiesmann, R., 1935: Untersuchungen über die Bedeutung der Ascosporen (Wintersporen) und der Konidien an den schorfigen Trieben für die Entstehung der Primärinfektionen des Apfelschorfpilzes *Fusicladium dendriticum*. Landw. Jb. Schweiz **49**, 147. Ref. in R. A. M. **14**, 589.

31. Wilson, E. E., 1928: Factors important in the development of perithecia of *Venturia inaequalis*. Phytopathology **18**, 145—146. Ref. in R. A. M. **7**, 451.

32. — —, 1928: Studies of the ascigerous stage of *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint. in relation to certain factors of the environment. Phytopathology **18**, 375—418.

33. Winkelmann, A. und Holz, W., 1935: Beiträge zur Biologie und Bekämpfung des Apfelschorfpilzes [*Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fckl.]. Zbl. Bakt., Abt. **2**, **92**, 47. Ref. in R. A. M. **14**, 589.

34. — — und — —, 1936: Beiträge zur Biologie und Bekämpfung des Apfelschorfes [*Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fckl.]. Zbl. Bakt., Abt. 2, **94**, 196. Ref. in R. A. M. **15**, 661.

35. — —, — — und Jaenichen, H., 1937: Beiträge zur Biologie und Bekämpfung des Apfelschorfes [*Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fckl.] III. Zbl. Bakt., Abt. **2**, **96**, 177. Ref. in R. A. M. **16**, 685.

36. Zobrist, L. und Fröhlich, H., 1952: Le problème de la lutte contre la tavelure. Parasitica **3**, 112.

Aus der Biologischen Zentralanstalt der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Institut für Phytopathologie Aschersleben

Chlorophylldefekte des Luzerneblattes, unter besonderer Berücksichtigung des Luzernemosaikvirus (*Marmor medicaginis* Holmes)

Von

M. Klinkowski

Mit 15 Abbildungen

Einleitung

In den Jahren vor dem zweiten Weltkriege wurden in Berlin-Dahlem im Rahmen von Arbeiten über die Pathologie der Luzerne Chlorophylldefekte des Luzerneblattes eingehender untersucht. Ein größeres Sortiment, insbesondere von Einzelpflanzen, lieferte ein geeignetes Untersuchungs- und Vergleichsmaterial. Diese Arbeiten konnten kriegsbedingt nicht in Berlin-Dahlem fortgeführt werden, so daß im Rahmen der vorliegenden Mitteilung nur über den damaligen Stand der Untersuchungen berichtet werden kann. Als gesichertes Ergebnis verdient hervorgehoben zu werden, daß im Rahmen der genannten Untersuchungen erstmalig der experimentelle Nachweis des Luzernemosaikvirus in Deutschland erfolgte.

Die Viruskrankheiten der Kulturpflanzen haben in den letzten Jahren eine sich ständig steigernde Beachtung erfahren. Das Tabakmosaikvirus wurde zum Modellobjekt aller Untersuchungen über Fragen grundsätzlicher Natur der Viren und ist es bis zum heutigen Tage geblieben. Es ist verständlich, daß die ersten Untersuchungen dort einsetzten, wo der wirtschaftliche Wert einer Nutzpflanze besonders deutlich in Erscheinung tritt und dementsprechend auch Viruskrankheiten zu Schädigungen führen, die unverkennbar sind. Andererseits waren es Kulturpflanzen, die anfänglich das Interesse auf sich

zogen, bei denen das einzelne Individuum einer genaueren Beobachtung leicht zugänglich ist, wie dies z. B. für die Kartoffel zutrifft. Es ist daher nicht weiter verwunderlich, daß die Futterpflanzen, für die keine der genannten Voraussetzungen zutrifft, im Rahmen derartiger Untersuchungen zunächst unberücksichtigt geblieben sind, so daß vor etwa 20 Jahren die Frage der Virosen der Futterpflanzen noch weitgehend als ungeklärt angesehen werden mußte. Wenn diese Tatbestände sich inzwischen geändert haben, so kommt hierbei eine gewisse Bedeutung der Tatsache zu, daß die Viruskrankheiten in den letzten Jahrzehnten eine merkliche Zunahme erfahren haben. Für eine große Zahl der hierbei in Betracht kommenden Krankheiten trifft es zu, daß sie überhaupt erst in den letzten Jahrzehnten eine wirtschaftliche Bedeutung erlangt haben. An der Tatsache der zunehmenden Ausbreitung der Viruskrankheiten kann nicht gezweifelt werden, so können wir z. B. bei den Kartoffelvirosen in bestimmten Fällen Auftreten und Ausdehnung eindeutig verfolgen. Es ist hierbei gleichgültig, ob diese Ausbreitung als natürlicher Vorgang anzusehen ist oder ob sie nur durch die Mithilfe des Menschen (Transport von virusverseuchtem Saat- und Pflanzgut bzw. kranker Pflanzen, Anwendung von Kulturmaßnahmen, die die Verbreitung fördern u. a.) möglich geworden ist. Wir befinden uns heute inmitten einer Entwicklung der Ausbreitung der Viruskrankheiten, deren Ende zunächst noch nicht abzusehen ist. Es darf daher auch angenommen werden, daß für eine Reihe von Kulturpflanzen damit zu rechnen ist, daß stärkere Schäden als Folge von Viruskrankheiten für die Zukunft zu erwarten sind. Im deutschen Futterpflanzenbau haben die Viruskrankheiten bisher noch keine größere wirtschaftliche Bedeutung erlangt, und wir sind demzufolge auch von Schäden verschont geblieben, die in anderen Anbaugebieten zu ernsten Befürchtungen Anlaß gegeben haben. Auch für die außerdeutschen europäischen Futterpflanzenanbaugebiete dürfte diese Frage grundsätzlich ähnlich gelagert sein, jedenfalls sind anderslautende Berichte bisher nicht bekannt geworden. Die heutigen Verhältnisse in den Vereinigten Staaten und in Australien weisen uns deutlich darauf hin, daß die Viruskrankheiten auch bei Futterpflanzen ein Ausmaß annehmen können, das nicht mit Gleichmütigkeit — um nicht zu sagen Gleichgültigkeit — aufgenommen werden darf, wie dies gerade bei Krankheiten der Futterpflanzen sonst nicht selten der Fall ist. Unsere Untersuchungen beschränkten sich bewußt auf die Luzerne, da uns gerade für diese Pflanze ein Untersuchungsmaterial zur Verfügung gestanden hat, das für eine entsprechende Auswertung sehr geeignet erschien.

Überblick über bisherige Untersuchungen in Deutschland

Wie bei vielen anderen Kulturpflanzen hat man sich auch bei den Futterpflanzen, einschließlich der Luzerne, lange Zeit darum bemüht, die Krankheitssymptome viruskranker Pflanzen festzustellen und merkmalsmäßig herauszustellen, was uns nach der heutigen Kenntnis dieser Fragen kaum noch im richtigen Verhältnis zur Bedeutung zu stehen scheint. Dieser Arbeits-

weise konnte man so lange nicht ihre Bedeutung absprechen, als erwartet werden durfte, daß man auf diesem Wege die Grundlagen zu einer Differentialdiagnose schaffen kann. Heute wissen wir, daß ein einzelnes Symptom oder ein Symptomkomplex kein stabiler Ausdruck einer Erkrankung sind, sondern nur als labile Kennzeichen betrachtet werden können. Bei der gleichen Viruskrankheit können in Abhängigkeit von Umwelteinflüssen (Licht, Temperatur, Ernährung u. a.) die Krankheitssymptome in unterschiedlicher Form zur Ausprägung gelangen. Wir müssen weiterhin berücksichtigen, daß systematisch verschieden einzugruppierende Viruskrankheiten im Befallsbild eine so weitgehende Ähnlichkeit aufweisen können, daß eine Trennung allein auf Grund der äußerlich erkennbaren Symptome nicht möglich ist. Weiterhin hat man, wie auch Blunck (1939) anführt, wiederholt spontan im Befallsbild auftretende Modifikationen beobachtet, für deren kausale Erklärung das Krankheitsbild allein nicht den Schlüssel liefern kann und wird.

Als Böning im Jahre 1927 seine Arbeiten über die Mosaikkrankheiten der Ackerbohne durchführte, unterschied er im wesentlichen zwei Krankheitstypen, die in sich noch nach dem jeweiligen Anteil von gesund erscheinender zu krankhaft veränderter Fläche unterteilt waren. Die weitaus am häufigsten vorkommende Form nannte er das „marmorierte Mosaik“, in Anlehnung an den von Küster (1925) für die entsprechende Panaschierung geprägten Ausdruck. Bei diesem Krankheitstyp sind die gesunden Gewebepartien vornehmlich längs der Haupt- und wichtigsten Nebennerven angelegt, sind aber nur abschnittsweise entwickelt, d. h. sie folgen ihnen nicht auf ihrem ganzen Verlauf. Der Übergang zum kranken Gewebe vollzieht sich im entsprechenden Entwicklungsstadium des Blattes ganz unvermittelt, wobei der äußerlich gesund erscheinende Teil nach allen Seiten hin scharf abgegrenzt ist. Im Querschnitt betrachtet, ist das normal grüne Gewebe des erkrankten Blattes wesentlich dicker als der durch die Krankheit direkt in Mitleidenschaft gezogene Teil. In der Regel besteht der größere Teil des Blattes aus erkranktem Gewebe und erscheint dann bei oberflächlicher Betrachtung hell- bis gelbgrün gefärbt, und erst bei näherem Zusehen erkennt man vereinzelt parallel der Nerven verlaufende schmale Bänder von normaler oder dunkelgrüner Farbe. Die zweite Form des Mosaiks hat Böning als „Nervenmosaik“ bezeichnet. Bei dieser Art des Krankheitsbildes verlaufen die erkrankten Blattpartien längs der Nervatur, während die Interkostalfelder zumeist ausgespart werden. Man kann diesen Krankheitstyp geradezu als Negativ des marmorierten Mosaiks auffassen. Zuweilen kommt es auch vor, daß das kranke Gewebe sich stellenweise zu größeren Flecken erweitert. Die hier behandelte Art der Schädigung ist in der Regel stärker als bei marmoriertem Mosaik. Tritt sie in nur schwacher Ausprägung auf, so kommt es zu einem Krankheitsbild, das von der erstgenannten Erkrankung nur durch seine Anordnung unterschieden ist. Die erkrankten Bezirke sind vorwiegend auf das direkt an die Nerven anstoßende Gewebe beschränkt, es kommen jedoch auch Fälle vor, in denen inmitten der Interkostalfelder eine erkrankte Zone zu finden ist, die dann nur kleine Ausmaße hat und scharf gegen das gesunde Nachbar-

gewebe abgesetzt ist. In solchen Fällen erscheint das kranke Gewebe besonders hell, fast weiß, und ist von auffällig geringer Dicke. Man hat ein ganz ähnliches Bild vor sich, wenn man ein gesundes Blatt mit dem Fingernagel anritzt.



Abb. 1. Schematische Darstellung der auf dem Luzerneblatt vorkommenden, virusbedingten Krankheitssymptome in Anlehnung an die Darstellung von MERKEL (1929)

Wir haben den vorgenannten Erscheinungen hier einen unverhältnismäßig breiten Rahmen eingeräumt, um an ihnen zu zeigen, welche Anfangsschwierigkeiten überwunden werden mußten, um die Möglichkeit einer eindeutigen Aufgliederung zu schaffen. MERKEL (1929), auf den Untersuchungen von BÖNING fußend, hat bei seinen Untersuchungen über die Mosaikkrankheiten der Papilionaceen sich dessen Auffassungen weitgehend zu eigen gemacht. Aus Abbildung 1, die in Anlehnung an seine schematischen Zeichnungen entworfen wurde, ist ersichtlich, was für den Fall der Luzerne als Nerven- bzw. Marmormosaik anzusehen ist und welche Nuancierungen innerhalb der jeweiligen Krankheitsform möglich erscheinen. MERKEL kam zu der Feststellung, daß die auf der Luzerne auftretenden Symptome denjenigen der Kleearten stark ähneln, jedoch sollen — sofern die Symptome überhaupt deutlich werden — die Mosaikerscheinungen den Lichtverhältnissen entsprechend nur zeitweilig zutage treten. Im Freiland konnte der gleiche Autor nur selten Merkmale einer Mosaikerkrankung feststellen. Im Gewächshaus dagegen beobachtete er abnorme Blattzeichnungen und Blattformen, bei denen er jedoch selbst davor warnte, sie ohne weiteres als Viruskrankheiten anzusehen. Derartige Erscheinungen waren bis dahin nicht bekannt, und das Kräuseln der Blättchen z. B. kann in gleicher Weise auch durch Blattlausstiche hervorgerufen werden. Bemerkenswert sind seine Ausführungen mehr grundsätzlicher Art. Er gelangte schon damals zu der Einsicht, daß die Unterscheidung mehrerer Krankheitstypen bei einzelnen Pflanzen nicht ohne weiteres zu dem Schluß berechtigt, daß diese sich gegeneinander scharf abgrenzen lassen bzw. daß es sich sogar um ursächlich verschiedene Krankheitsformen handelt. Er führte dann ganz richtig aus, daß je nach Disposition der infizierten Pflanze und entsprechend der Jahreszeit die Krankheitsbilder ein verschiedenartiges Gepräge annehmen und ineinander übergehen können. In Auswertung seiner Versuche kommt MERKEL dann zu der Schlußfolgerung, daß die Mosaikkrankheiten der Papilionaceen auf ein und dasselbe Virus

zurückzuführen sind. Er führt als Beweis u. a. an, daß Kreuz- und Rückübertragungen in allen Fällen gelangen, wenn Blattläuse als Vektoren benutzt wurden. Diese Auffassung hat sich jedoch sehr bald als Trugschluß erwiesen.

In den Untersuchungen von MERKEL ist die Luzerne eigentlich nur der Vollständigkeit halber aufgenommen worden und wurde im Vergleich zu den Kleearten nur kurz abgehandelt. Diese Tatsache kann auch nicht verwundern, da Freilandmaterial nur spärlich zur Verfügung stand und das Material aus dem Gewächshaus dem Autor selbst als fragwürdig erschien. Die Untersuchungen von MERKEL haben uns nur eine rein symptomatologische Aufgliederung gegeben, die jedoch für die Arbeiten der späteren Zeit nicht fruchtbar geworden ist. Abgesehen von einzelnen Fällen (KLINKOWSKI [1936], KLINKOWSKI und LEHMANN [1937], HEY [1945]) fehlen bis in die neueste Zeit im deutschen Schrifttum genauer belegte Hinweise für das Vorkommen von Viruskrankheiten der Luzerne. Erst in allerneuester Zeit hat HEIN (1956) darauf hingewiesen, daß das Luzernemosaikvirus in einer Reihe von Unkräutern anzutreffen ist.

Untersuchungen in außerdeutschen Ländern

In Europa liegen Angaben für das Vorkommen des Luzernemosaikvirus bisher nur aus Bulgarien (KOVACHEVSKY, 1942 a und b) und aus Holland (OSWALD, ROZENDAAL und VAN DER WANT, 1955) vor. Auch in den Vereinigten Staaten, wo die Luzerne auf sehr viel größeren Flächen angebaut wird, wird erst verhältnismäßig spät über Viruskrankheiten an Luzerne berichtet. HÁSKELL (1926) hat erstmalig über das Auftreten eines nicht näher beschriebenen Mosaiks an Luzerne berichtet und angeregt, daß man sich die Klärung der Frage angelegen sein lassen solle, ob die Krankheit übertragbar ist. Im Jahre 1928 berichtete LINFORD über eine Mosaik- oder Calicokrankheit, die bei einzelnen Luzernepflanzen im Uintah-Becken und im Südwesten des Staates Utah gefunden worden war. Die erkrankten Pflanzen zeigten eine deutliche Blattsprenkelung und blieben im Wachstum und im Ertrage zurück. Infolge des schwachen Befalles wurden jedoch keine wesentlichen Verluste verursacht. Es wurde als möglich hingestellt, daß die Blattsprenkelung mit einer Wurzelschädigung verknüpft ist. WEIMER (1931) hat erstmalig die Existenz eines durch die Erbsenblattlaus (*Acyrthosiphon onobrychis* B. d. F. — Syn.: *A. pisi* Kalt.) übertragbaren Luzernemosaik in Kalifornien nachgewiesen. F. R. JONES fand die Krankheit gleichzeitig im Staate Wisconsin. In Kalifornien tritt die Krankheit hauptsächlich in den kühleren Jahreszeiten auf und ist besonders häufig im Frühjahr vor dem ersten Schnitt. Über nennenswerte Ertragsausfälle wird aus der damaligen Zeit nicht berichtet. In den nachfolgenden Jahren ist dann von WEIMER (1933, 1934, 1936, 1937 a und b), WEIMER und MADSON (1932), PIERCE (1935, 1937), ZAUMEYER (1937, 1938), ZAUMEYER und WADE (1933, 1935, 1936 a und b), FRY (1954) und EDWARDS (1935 a und b, 1936 a und b) über eine Reihe von Virosen der Luzerne berichtet worden, wobei die Symptomatologie immer stärker in den

Hintergrund trat. Die Klassifizierung bzw. Einordnung erfolgte jetzt auf Grund von Kriterien, wie sie inzwischen bei der Untersuchung von Viruskrankheiten allgemein üblich geworden waren (thermaler Tötungspunkt, Verdünnungsendpunkt, Altersbeständigkeit in vitro, Wirtspflanzenkreis u. a.). Wir wollen es uns hier versagen, auf die Untersuchungen der vorstehend genannten Verfasser im einzelnen einzugehen, da eine Aneinanderreihung einzelner Befunde zu keiner klaren Übersicht führen würde. Die Fülle von Einzeluntersuchungen von sich deckenden und sich widersprechenden Befunden machte es immer schwieriger, eine Übersicht zu bewahren. Es ist das Verdienst von K. M. SMITH (1937), daß er das vorhandene Material sichtete und nach einheitlichen Gesichtspunkten klassifizierte. Weitere Zusammenstellungen lieferten dann HOLMES (1939, 1948) und KLINKOWSKI (1954).

Das Untersuchungsmaterial

Für die Arbeiten stand ein größeres Luzernesortiment auf dem Versuchsfeld der damaligen Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem zur Verfügung. Dieses Luzernesortiment enthielt Herkünfte und Sorten amerikanischer, asiatischer und europäischer Provenienz und war seinerzeit für einen internationalen Versuch angelegt worden, der auf Veranlassung des Imperial bureau of plant genetics in Aberystwyth (Wales) durchgeführt wurde. Nach Abschluß dieses über mehrere Jahre laufenden Versuches bot sich hier ein Ausgangsmaterial, das für die Bearbeitung pathologischer Fragen besonders geeignet erschien. Ergänzt wurde dieses Sortiment noch durch Einzelpflanzen aus verschiedenen Teilen des damaligen Deutschlands, die auf Exkursionen gesammelt wurden, sowie durch anatolische Herkünfte, die mir Herr Prof. Dr. K. O. MÜLLER, dem an dieser Stelle herzlichst gedankt sei, liebenswürdigerweise zur Verfügung stellte. Innerhalb dieses Sortimentes waren schon vor Beginn der Virusuntersuchungen eine Reihe von Krankheitserscheinungen festgestellt worden, die ihren Symptomen nach als Viruskrankheiten anzusprechen waren bzw. bei denen der Verdacht auf das Vorhandensein einer durch Viren verursachten Erkrankung nahelag. Die Untersuchungen wurden in der Vegetationsperiode 1938 begonnen und fanden im August 1939 einen unfreiwilligen Abschluß. Während der Kriegszeit bot sich keine Möglichkeit, die begonnenen Untersuchungen wieder aufzunehmen bzw. fortzuführen. Nach Kriegsende war es nicht mehr möglich, die Arbeiten mit dem gleichen Material, d. h. dem ursprünglich vorhandenem Sortiment, fortzuführen, da dieses nicht mehr bestand. Es ist daher kein ordnungsgemäßer Abschluß dieser Untersuchungen erzielt worden. Ich betrachte dementsprechend das Ergebnis meiner damaligen Untersuchungen nur als einen vorläufigen Beitrag zur Kenntnis der in Deutschland vorhandenen Viruskrankheiten der Luzerne. Die bisher erzielten Ergebnisse halte ich jedoch für ausreichend genug, um eine Darstellung derselben zu rechtfertigen und damit auch künftigen Bearbeitern eine Ausgangsbasis zu schaffen, die für ihre eigenen Untersuchungen benutzt werden kann.

Ergebnisse experimenteller mechanischer Übertragung

Im Rahmen unserer Untersuchungen über die Viruskrankheiten der Luzerne haben wir ausschließlich solche Krankheitserscheinungen berücksichtigt, bei denen das Luzerneblatt krankhaft verändert war. Andere Krankheitssymptome, wie sie etwa der Zwergkrankheit der Luzerne (*Medicago* virus 3 [Weimer] Smith; *Morsus suffodiens* Holmes) oder der Hexenbesenkrankheit (*Medicago* virus 4 [Edwards] Smith; *Chlorogenus medicaginis* Holmes) entsprechen, waren in unserem Sortiment nicht vertreten. Die Auswahl der zu weiteren Untersuchungen herangezogenen Pflanzen beschränkte sich demzufolge auf solche, die mosaikartige Krankheitssymptome aufwiesen. Der Begriff Mosaik ist mit einem sehr charakteristischem Krankheitstyp bei den Pflanzen verbunden worden. Die unmittelbare Bedeutung des Wortes besteht darin, daß kontrastierende Abstufungen grüner und gelblichgrüner Farbtöne bei erkrankten Blättern festzustellen sind. Im Verlauf der letzten Jahre sind viele Erscheinungen, die wenig Ähnlichkeit mit wahren Mosaikschäden haben, als Krankheiten, die zur Mosaikgruppe gehören, beschrieben und klassifiziert worden. Die Weitläufigkeit in der Verwendung und Umgrenzung des Ausdrucks ist das natürliche Ergebnis der sich in schneller Folge ergebenden Nachweise einer großen Zahl von Krankheiten, die charakteristische Komponenten eines wahren Mosaiks besitzen, nicht aber notwendigerweise zu dieser Gruppe gehören. Eine weitere Schwierigkeit besteht in der Unterscheidung der im Gewächshaus bzw. auf dem Felde vorkommenden pathologischen Erscheinungen des Blattes und dem eigentlichen typischen, durch Virus bedingten Mosaik, worauf schon DOOLITTLE und JONES (1925) hingewiesen haben. Durch Frost geschädigte Luzernepflanzen zeigen zuweilen ein dunkles und gekräuseltes Blatt und zusätzlich Verfärbungen, die gewisse Ähnlichkeiten mit dem Luzernemosaik aufweisen. Wir müssen uns weiterhin im klaren sein, daß das Virus gelegentlich nur auslösender Faktor ist und nicht unmittelbar seine Wirksamkeit zu entfalten braucht wie z. B. bei gewissen Wachstumsanomalien, die wie z. B. RAMSHORN (1937) für abbaukranke Kartoffeln nachweisen konnte, auf Störungen des Wuchsstoffhaushaltes beruhen. Die häufigen Fälle, in denen Wärme, Lichtmangel oder andere Umweltfaktoren die Symptombildung verhindern oder beeinflussen, nicht aber gleichzeitig auch die Virusvermehrung, weisen auf eine mittelbare Viruswirkung hin. In den meisten Fällen treten virusbedingte Symptome bei erhöhten Temperaturen schwächer auf als in einem Temperaturbereich von 15 bis 20 ° C. Gedämpftes Licht hemmt die Symptombildung vieler viruskranker Pflanzen. RESÜHR (1942) hat bereits darauf hingewiesen, daß dies vielleicht ein Hinweis dafür ist, daß Gerbstoffe für das Zustandekommen von Krankheitskennzeichen bedeutungsvoll sind, da nach den Feststellungen verschiedener Autoren die Gerbstoffproduktion im Blatt bei fallender Lichtintensität abnimmt. Der gleiche Verfasser beantwortet die Frage, ob die Symptombildung viruskranker Pflanzen eine unmittelbare Folge des Virusangriffes oder das Endglied bestimmter, durch die Infektion herbeigeführter Veränderungen ist, dahingehend, daß sie zukünftig um so mehr im Sinne

mittelbarer Viruswirkung beantwortet werden wird, je mehr sich unsere Kenntnisse über das Gesamtgebiet der durch die Infektion im Zellgeschehen hervorgerufenen Veränderungen vertiefen werden.

Die ersten Untersuchungen im Juni 1938 wurden mit Blättern von fünf Einzelpflanzen durchgeführt. Jede dieser Pflanzen wies äußerlich unterscheidbare Krankheitssymptome auf, die ihrerseits den Verdacht rechtfertigten, daß es sich hierbei um eine durch ein Virus verursachte Erkrankung handelt. Über die unterschiedlichen Krankheitsbilder, die dem Befund im Freiland entsprechen, unterrichtet Tabelle 1.

Tabelle 1

Das Ausgangsmaterial der Virusuntersuchungen

Feldnummer	Herkunft bzw. Sorte	Krankheitssymptome
KB 39	Mittelturkestan	Blattspitzen und Blattränder vergilbt
KB 98	Ungarn	braune, rundliche Flecke, über die ganze Blattspreite verteilt
KB 231	Grimm	Blätter deformiert, vergilbt und zusammengerollt, mit mosaikartiger Streifung
KB 234	Grimm	deutliche Verkürzung der Internodien; Blätter leicht nach unten gebogen und gelbstreifig
KB 370	Chiwa	große, weiße, eingesunkene Flecke auf den eingebeulten Blattspreiten

Die Abbildungen 2, 3 und 4 geben charakteristische Merkmale der vorstehend geschilderten Krankheitssymptome wieder.



Abb. 2. Virusinfizierte Luzerne. Oben: KB 98 (Herkunft Ungarn) — braune, rundliche Flecke, über die ganze Blattspreite verteilt; unten: KB 39 (Herkunft Mittelturkestan) — Blattspitzen und Blattränder vergilbt

Der Preßsaft von jeweils zehn kranken Luzerneblättern wurde mit etwa ²/₃ der Menge doppelt destillierten Wassers versetzt. Zwei Blätter der Tabakpflanze, auf die die Abreibung des Preßsaftes erfolgte, wurden mit Karborund bestreut und der Preßsaft anschließend mit einem angerauhten Glasspatel darauf verrieben. Für die Abreibungen wurde in diesem wie in den folgenden Versuchen stets *Nicotiana*



Abb. 3. Virusinfizierte Luzerne. Links: KB 231 (Sorte Grimm) — Blätter deformiert, vergilbt und zusammengerollt, mit mosaikartiger Streifung; rechts: KB 234 (Sorte Grimm) — Blätter gelbstreifig und leicht nach unten gebogen, deutliche Verkürzung der Internodien

tabacum var. Samsun Bashi bagli verwendet. Die eingeriebenen Blätter wurden 24 Stunden mit feuchtem Filtrierpapier bedeckt. Als Kontrolle wurden Tabakblätter mit doppelt destilliertem Wasser abgerieben. Von jeder Blattprobe wurden zehn Tabakpflanzen verwendet, die Wasserkontrolle umfaßte die gleiche Anzahl. Die Abreibung erfolgte am 2. Juni 1938.

Auf den eingeriebenen Tabakpflanzen zeigten sich nach wenigen Tagen anfänglich fleckenförmige Aufhellungen in den Interkostalfeldern, denen sich später die Bildung von kleinen, eingesunkenen, hellbraunen, nekrotischen Flecken anschloß (siehe Abb. 5). Das Tabakblatt selbst war in der Regel leicht aufgebeult. So unterschiedlich das Ausgangsmaterial bezüglich der Ausprägung der Krankheitssymptome war, konnte bei Abreibung auf Tabak zunächst keine wesentliche Differenzierung erreicht werden, wenn wir von dem negativen Versuchsbefund der einen Probe absehen (siehe Tabelle 2).

Bei der Feldnummer KB 370 (Chiwa) handelt es sich aller Wahrschein-



Abb. 4. KB 370 (Herkunft Chiwa) — große, ausgebleichte und eingesunkene Flecke auf den Blattspreiten



Abb. 5. *Nicotiana tabacum*, var. Samsun Bashi bagli, Symptombild nach mechanischer Abreibung von Preßsaft mosaikkranker Luzerne

lichkeit nach nicht um eine Krankheitserscheinung, die durch ein mechanisch übertragbares Virus ausgelöst wird. Es besteht eine weitgehende Ähnlichkeit mit einem Krankheitsbild, das von amerikanischen Autoren als Weißfleckigkeit (white spot) bezeichnet worden ist. Ausgelöst wird diese Krankheitserscheinung bei übermäßiger Wasserzufuhr, so z. B. bei zeitweiliger Überflutung einer Anbaufläche. Da derartige Voraussetzungen in unserem Falle nicht zutreffen, muß auch mit der Möglichkeit einer ernährungsphysiologischen Störung gerechnet werden. Wir haben uns im Verlauf der weiteren Untersuchungen mit dieser Krankheit nicht näher befaßt.

Bei den anderen vier geprüften Luzernepflanzen war, worauf bereits hingewiesen wurde, der Infektionserfolg ein gleicher, lediglich die Zahl der positiven Infektionen variierte. Dieser zunächst rein orientierende Versuch erbrachte den Nachweis, daß in vier Fällen eine Virusinfektion vorlag. Bezüglich der Identität des in Frage kommenden Virus konnten erst weitere Untersuchungen bindenden Aufschluß geben. Nach dem Ergebnis des vorstehend geschilderten Versuches konnte es sich nicht um *Medicago* virus 3 (*Morsus suffodiens* Holmes) oder 4 (*Chlorogenus medicaginis* Holmes) handeln, da keines dieser Viren preßsaftübertragbar ist. Lediglich *Medicago*

Tabelle 2

Ergebnisse der mechanischen Abreibung von Luzernepreßsäften auf *Nicotiana tabacum* var. Samsun Bashi bagli

Tag der Abreibung: 2. Juni 1938 Zahl der abgeriebenen Pflanzen: zehn

Feldnummer	Herkunft bzw. Sorte	Zahl der infizierten Tabakpflanzen		
		10. Juni	13. Juni	20. Juni
KB 39	Mittelturkestan	5/10	5/10	8/10
KB 98	Ungarn	0/10	1/10	1/10
KB 231	Grimm	0/10	1/10	1/10
KB 234	Grimm	0/10	3/10	6/10
KB 370	Chiwa	0/10	0/10	0/10
Wasserkontrolle		0/10	0/10	0/10

virus 1 und 2 sind preßsaftübertragbar. PIERCE (1934) hielt *Medicago* virus 2 für eine von *Medicago* virus 1 unterschiedene Art, eine Ansicht, der sich auch K. M. SMITH (1937) angeschlossen hat. ZAUMEYER (1938) äußerte zuerst die Auffassung, daß beide Viren identisch sind, und diese Meinung wird von HOLMES (1939), BLACK und PRICE (1940) und KLINKOWSKI (1954) geteilt, so daß bei allen folgenden Ausführungen unter *Marmor medicaginis* stets *Medicago* virus 1 und 2 verstanden werden. ZAUMEYER (1938) gibt für dieses Virus, bei Abreibung auf Tabak, das Auftreten lokal begrenzter Nekrosen an. Daneben bestand noch die Möglichkeit, daß wir es hier nicht mit einem eigentlichen Luzernevirus zu tun haben, sondern die Luzerne nur als Wirt eines fremden Virus fungierte. Wir haben bereits eingangs darauf hingewiesen, daß das unterschiedliche Krankheitsbild der befallenen Pflanze — im vorliegenden Fall der Luzerne — nicht von vornherein den Schluß zuläßt, daß verschiedene Viren daran beteiligt sind. Trotz der einheitlichen Reaktion auf Tabak war andererseits nicht von der Hand zu weisen, daß wir es hier mit verschiedenen Virosen zu tun haben, da die verschiedenen Krankheitsbilder des Luzerneblattes nicht als fluktuierende Übergänge zu betrachten waren, sondern eine scharfe gegenseitige Abgrenzung erlaubten.

Wir haben zunächst geprüft, ob in unserem Material mit *Marmor medicaginis* HOLMES infizierte Pflanzen vorlagen. Untersucht wurde zunächst, ob eine Rückübertragung von infiziertem Tabak auf Luzerne möglich ist. Zu diesem Zweck wurde aus infizierten Tabakblättern der einzelnen Reihen des ersten Versuches Preßsaft hergestellt und auf je zehn Pflanzen abgerieben. Als Vergleich dienten fünf Wasserkontrollen sowie fünf Pflanzen, die mit Preßsaft gesunder Tabakpflanzen abgerieben wurden. Die Pflanzen wurden nach dem Abreiben 24 Stunden in eine feuchte Kammer eingestellt. In keinem Fall erfolgte eine Infektion der Luzerne. Da Rückübertragungen von Tabak bei vielen Viren negativ verlaufen, kommt dem negativen Versuchsausfall keine besondere Bedeutung zu. Erwähnt sei noch, daß Übertragungen von Luzerne zu Luzerne in allen Fällen erfolglos geblieben sind. Im Anschluß daran haben wir noch eine größere Anzahl von erkrankten Luzernepflanzen, die virusverdächtige Symptome im Freiland aufwiesen, untersucht. Bei Abreibung auf Tabak ergab sich in einer großen Zahl von Fällen eine positive Reaktion.

Die weiteren Untersuchungen beschränkten sich zunächst nur auf diejenigen Pflanzen, bei denen auf Grund der aus der Literatur vorliegenden Symptombeschreibungen begründeter Verdacht auf Infektion durch das Luzernemosaikvirus vor-



Abb. 6. Symptome des charakteristischen Luzernemosaiks

lag. Es sind im wesentlichen Formen, wie sie unserer bereits genannten Sammlungsnummer KB 234 entsprachen und noch einmal deutlicher in Abbildung 6 dargestellt sind. Die ersten Kennzeichen der Erkrankung des Blattes bestehen hier im Auftreten eines oder mehrerer kleiner grünlichgelber, rundlicher Flecke. Häufig sind bandförmige chlorotische Verfärbungen ($^{1}/_{2}$—1 mm breit), die scheinbar gesundes Gewebe ($^{1}/_{2}$—2 mm Breite) einschließen. Diese Chlorosen überdecken bei weiterer Entwicklung die Ringbildung. Sie verlaufen meist zwischen den Adern. Gelegentlich können auch diese chlorotisch sein. Das erkrankte Blattgewebe ist zunächst grünlich-gelb, später gelb, seltener weiß. Die infizierten Blätter erreichen etwa $^{1}/_{3}$ bis $^{1}/_{2}$ der normalen Größe. Bei der Feldnummer KB 446 ermittelten wir durch Planimetrieren bei zehn gesunden Blättern eine Fläche von 939 mm^2, während die Fläche einer gleichen Zahl virusinfizierter Blätter 582 mm^2 betrug. Die infizierten Blätter sind in der Regel gekräuselt und mehr oder weniger deformiert. Die Krankheitssymptome sind besonders bei den Blättern des ersten Schnittes im Frühjahr zu beobachten, da mäßig kühle Witterung die Symptomausbildung begünstigt. Die kranken, beim Biegen leicht brechenden Blätter sind verdickt und die Internodien (siehe Abb. 3 — KB 234) meist verkürzt. Vorzeitiger Blattfall tritt nicht ein.

Bestimmung physikalischer Werte

Bei der Feststellung des thermalen Tötungspunktes wurden die Luzernepflanzen in einer Kaumaschine zermahlen und der so entstandene Brei durch ein Tuch gepreßt. Von dem Saft wurden je 5 ccm in ein Reagenzglas gefüllt und im Wasserbad für die Dauer von 10 min einer Temperatur von 40, 45, 50, 60, 62, 65 bzw. 70 °C ausgesetzt. Nach erfolgter Behandlung wurden die Reagenzgläser unter fließendem Wasser sofort abgekühlt. Von jeder Temperaturstufe wurden fünf Tabakpflanzen infiziert. Als Kontrolle dienten je fünf Pflanzen, die mit unbehandeltem Preßsaft bzw. mit doppelt destilliertem Wasser abgerieben worden waren (Tabelle 3).

Der thermale Tötungspunkt liegt demnach im vorliegenden Fall zwischen 62 und 65 °C. Auf den infizierten Tabakpflanzen zeigten sich mosaikähnliche

Tabelle 3
Bestimmung des thermalen Tötungspunktes

Behandlungsart	Infektionserfolg
Wasserkontrolle	0/5
unbehandelt	5/5
40 °C	5/5
45 °C	5/5
50 °C	5/5
55 °C	5/5
60 °C	5/5
62 °C	5/5
65 °C	0/5
70 °C	0/5

gelbliche Blattaufhellungen, denen später eine Nekrosenbildung folgte (Abb. 7). Die Werte, die von anderen Autoren festgestellt worden sind (siehe COOK — 1947) sind in Tabelle 4 zusammengestellt worden.

Tabelle 4

Angaben über den thermalen Tötungspunkt des Luzernemosaikvirus

Autor und Jahr		thermaler Tötungspunkt in °C
PRICE — 1932	alfalfa mosaic virus	62—64
PIERCE — 1934	alfalfa virus 2	62—64
ZAUMEYER — 1937	alfalfa mosaic virus	70
ZAUMEYER — 1938	alfalfa virus 1 & 1 A	65—70
ZAUMEYER — 1938	alfalfa virus B	70—75
PRICE — 1940	alfalfa mosaic virus	50—62,5

Die von uns ermittelten Werte decken sich mit denen von PRICE und PIERCE. Die relativ große Variation der angegebenen Werte erklärt sich im wesentlichen durch das Vorkommen verschiedener Stämme des Luzernemosaikvirus, von denen insbesondere der Stamm B durch einen relativ hohen thermalen Tötungspunkt ausgezeichnet ist.

Für die Bestimmung des Verdünnungsendpunktes wurden Tabakpflanzen gewählt, die durch Abreibungen mit Preßsaft von virusinfizierter Luzerne erkrankt waren. Von den befallenen Tabakblättern wurden etwa 4 cm^3 Preßsaft gewonnen und im Verhältnis 1 : 1 mit doppelt destilliertem Wasser verdünnt. Das Ergebnis einer Reihe von diesbezüglichen Versuchen ist aus Tabelle 5 zu entnehmen.

Nach unseren Untersuchungen liegt der Verdünnungsendpunkt oberhalb 1 : 2048. ZAUMEYER und WADE (1936a) geben den Verdünnungsendpunkt des Luzernemosaikvirus mit 1 : 2000 an, für einen Stamm fand ZAUMEYER (1938) die Grenze bei 1 : 3000. Damit steht unsere Feststellung in Einklang mit den



Abb. 7. *Nicotiana tabacum*, var. Samsun Bashi bagli. Mosaikartige gelbliche Blattaufhellungen, denen später Nekrosenbildung folgt, Symptombild im Verlauf der Versuche zur Bestimmung des thermalen Tötungspunktes

Untersuchungen der genannten Autoren. In einem einzigen Versuch wurde auch bei 1 : 4096 eine Infektion erzielt. In zahlreichen Wiederholungen konnte dieser Versuchsbefund jedoch nicht bestätigt werden, so daß er in Tabelle 5 keine Berücksichtigung gefunden hat.

Tabelle 5
Bestimmung des Verdünnungsendpunktes

Verdünnung	sichtbare Infektion nach				
	6	8	10	12	15 Tagen
unverdünnt	+	+	+	+	+
1: 2	+	+	+	+	+
1: 4	+	+	+	+	+
1: 8	+	+	+	+	+
1: 16	—	—	+	+	+
1: 32	—	+	+	+	+
1: 64	—	+	+	+	+
1: 128	—	—	+	+	+
1: 256	—	—	+	+	+
1: 512	—	—	+	+	+
1:1024	—	—	—	—	+
1:2048	—	—	—	—	+
1:4096	—	—	—	—	—
1:8192	—	—	—	—	—

Bei der Ermittlung der Lebensbeständigkeit in vitro wurde der Preßsaft von virusinfizierten Luzernepflanzen gewonnen. Dieser Preßsaft wurde ohne weitere Verdünnung während der Dauer des Versuches bei einer Temperatur von + 2 °C aufbewahrt und laufend zur Abreibung benutzt. Das Ergebnis dieses Versuches ist aus Tabelle 6 zu entnehmen.

Tabelle 6
Bestimmung der Lebensbeständigkeit in vitro

Zeitdauer der Aufbewahrung bis zur Abreibung	Infektionserfolg
8 Stunden	+
1 Tag	+
2 Tage	+
3 Tage	+
5 Tage	—
7 Tage	—

Die Lebensbeständigkeit in vitro beträgt demnach mehr als drei und weniger als fünf Tage. ZAUMEYER (1938) hat die Lebensbeständigkeit des Luzernemosaikvirus mit vier bis fünf Tagen, PIERCE (1934) mit acht bis neun Tagen ermittelt. Unsere Ermittlungen zeigen eine gewisse Übereinstimmung mit dem Befund des erstgenannten Autors.

Die Bestimmungen des thermalen Tötungspunktes, des Endpunktes der Verdünnungsfähigkeit und der Lebensbeständigkeit in vitro haben damit in ihrer Gesamtheit Werte ergeben, die für eine Identität mit dem Luzerne-

mosaikvirus sprechen. Abweichungen, die sich zu den Befunden anderer Autoren ergeben, lassen sich entweder mit Stammunterschieden erklären oder mit der Variation derartiger Werte, wie sie sich aus unterschiedlicher Versuchsanstellung und anderen Gründen ergeben können. Um die bisherigen Befunde zu erhärten, erstreckten sich die weiteren Untersuchungen auf die Feststellung des Wirtspflanzenkreises.

Untersuchungen zum Wirtspflanzenkreis

Während die ersten Untersuchungen lediglich unter Benutzung von *Nicotiana tabacum* var. Samsun Bashi bagli durchgeführt worden sind, wurden zur Ermittlung des Wirtspflanzenkreises weitere Testpflanzen verschiedener systematischer Zugehörigkeit herangezogen. Erwähnt sei zunächst, daß bei den Abreibungen auf Tabak in der Regel das Bild resultierte, wie es aus Abb. 5 ersichtlich ist. Gelegentlich kam es jedoch auch zur Ausbildung eines typischen Quercina-Musters (Abb. 8). Wir werden hierauf noch einmal zurückzukommen haben, da auch bei anderen Testpflanzen diese Quercina-Variante durch eine spezifische Reaktion in Erscheinung trat.



Abb. 8. Quercina-Variante

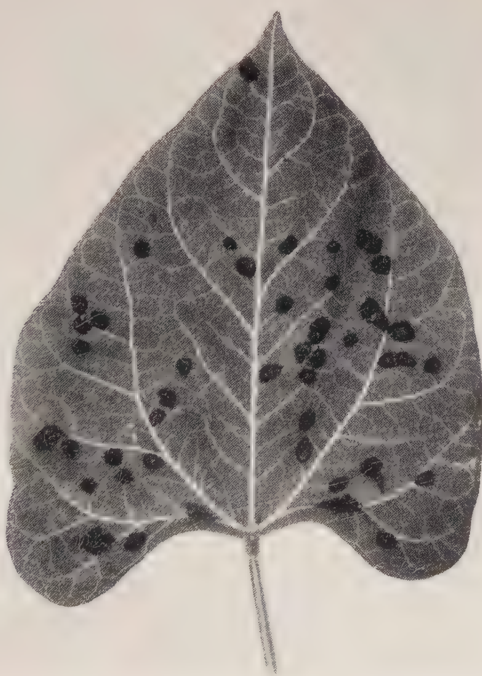


Abb. 9. *Phaseolus vulgaris.* Schokoladenbraune Nekrosen nach mechanischer Infektion mit dem Luzernemosaikvirus

Besonders charakteristisch waren die Symptome bei Abreibung auf *Phaseolus vulgaris.* Samen von sechs Buschbohnensorten wurden in Petrischalen zum Keimen ausgelegt und nach drei Tagen in Töpfe verpflanzt. Nach weiteren 13 Tagen erfolgte dann die Infektion mit Preßsaft von Tabakpflanzen, die mit Preßsaft mosaikkranker Luzerne infiziert worden waren. Bereits nach drei bis vier Tagen erschienen die ersten Symptome, die auf den eingeriebenen Blättern anfänglich die Form kleiner nekrotischer Punkte, bald danach schokoladenbrauner nekrotischer Flecke von unterschiedlichem Durchmesser besaßen (Abb. 9), wobei zwischen den einzelnen Buschbohnensorten deutliche Unterschiede festgestellt werden konnten. Später kam es dann zur Ausbildung von Sekundärsymptomen auf den Folgeblättern, die dort ebenfalls die Form brauner nekrotischer Flecke besitzen. Beim Vergilben des Blattes bleibt um die Nekrosen eine grüne Randzone erhalten. Über das Verhalten der einzelnen Buschbohnensorten gibt Tabelle 7 Auskunft.

Tabelle 7

Abreibung auf *Phaseolus vulgaris*

Zahl der Pflanzen je Sorte: fünf

Buschbohnensorte	durchschnittliche Nekrosenzahl je Blatt	
	Nekrosen groß	Nekrosen klein
Superba, Wachs	1,2	29,3
Hinrichs Riesen	2,2	25,7
Beste von Allen	1,2	46,6
Zucker-Perl Perfektion	13,3	7,5
weiße langschotige Nieren	1,8	41,0
Amtsrat Koch, Wachs	9,2	52,0

Erfolgte die Abreibung von Tabakpflanzen, die das Quercina-Muster aufgewiesen hatten, so konnte bei gleichzeitiger Abreibung auf *Phaseolus vulgaris* im Vergleich zu dem sonst vorliegenden Stamm „Dahlem" eine grundsätzlich andere Reaktion auch auf dieser Testpflanze festgestellt werden, wie aus Tabelle 8 zu entnehmen ist.

Tabelle 8

Abreibung der Stämme „Dahlem" und „Quercina" auf *Phaseolus vulgaris*

Zahl der Pflanzen je Sorte: fünf

Buschbohnensorte	durchschnittliche Nekrosenzahl je Blatt			
	Nekrosen groß		Nekrosen klein	
	Dahlem	Quercina	Dahlem	Quercina
Superba, Wachs	1,2	11,0	29,3	3,5
Beste von Allen	1,2	11,7	46,6	5,2
Zucker-Perl Perfektion	13,3	1,0	7,5	0
weiße langschotige Nieren	1,8	10,7	41,0	1,3
Amtsrat Koch, Wachs	9,2	8,2	52,0	7,8
Summe aller Sorten	26,7	42,6	176,4	17,8

Der Vergleich beider Virusstämme zeigt, daß der Stamm „Dahlem" im Durchschnitt aller Sorten wesentlich mehr kleine als große Nekrosen auf der Buschbohne erzeugt, während der Stamm „Quercina" mehr zur Bildung größerer Nekrosen neigt.

Eine Abreibung von virusinfizierter Buschbohne auf Buschbohne oder Tabak verlief stets negativ. Bemerkt zu werden verdient noch, daß Abreibungen bei *Phaseolus multiflorus* ergebnislos blieben.

Bei *Datura stramonium* traten nach sieben Tagen auf den abgeriebenen Primärblättern die ersten Symptome auf. Die Primärsymptome bestanden in vereinzelten runden, hellen, eingetrockneten Flecken. Nach weiteren sieben Tagen waren Symptome auch an den Folgeblättern erkennbar. Diese Sekundärsymptome bestanden anfänglich in mosaikartigen Aufhellungen, denen später die Bildung hellbrauner Nekrosen folgte (Abb. 10).



Abb. 10. *Datura stramonium*. Kleine, helle Nekrosen auf Primär- und Folgeblättern nach mechanischer Infektion (Nadelstich) mit dem Luzernemosaikvirus

Bei Abreibungen auf *Lupinus albus*, *L. angustifolius* und *L. luteus* kam es bei der erstgenannten Pflanze zu eindeutigen und charakteristischen Symptomen. Die Infektion erfolgte hier durch Nadelstiche auf den Blättern und durch Ritzen des Stengels. Nach 18 Tagen wurden bei *Lupinus albus* graugrüne, eingesunkene Flecke auf der Blattspreite beobachtet, die Blätter hatten eine charakteristische schirmförmige Stellung. Nach weiteren elf Tagen waren an Stelle der anfänglich graugrünen Flecke hellgelbe bis bräunliche Nekrosen erkennbar, die mit einem rötlichbraunen Rand scharf gegen das angrenzende Blattgewebe abgesetzt waren. Später welkte dann das betreffende Blatt (Abb. 11). Bei *Lupinus luteus* traten bei zwei von neun infizierten Pflanzen Vergilbungen der jüngsten Blätter und chlorotische Flecke auf, während *Lupinus angustifolius* auch nach zwei Monaten keine Symptome erkennen ließ.

Übertragungen auf *Vicia faba* erfolgten mit schwach verdünntem Preßsaft unter Verwendung von Karborund. Nach 21 Tagen zeigten sich in vereinzelten Fällen punktförmige, chlorotische Verfärbungen auf der Blattspreite. Rückübertragungen auf Tabak waren ergebnislos. — Bei gleich-

artiger Infektion von *Glycine soja* traten dort nach elf Tagen Aufhellungen speziell an den Blatträndern auf (Abb. 12).



Abb. 11.



Abb. 12.



Abb. 13.

Abb. 11. *Lupinus albus.* Hellgelbe bis bräunliche Nekrosen auf der Blattspreite, die mit rötlichbraunem Rand scharf abgesetzt sind. Charakteristisch ist die schirmförmige Stellung der Blätter.

Abb. 12. *Glycine soja.* Aufhellungen, speziell an den Blatträndern, nach mechanischer Infektion mit dem Luzernemosaikvirus

Abb. 13. *Vicia villosa.* Große rotbraune Verfärbungen der Blattspreite nach mechanischer Infektion mit dem Luzernemosaikvirus

Sehr charakteristisch ist das Bild bei *Vicia villosa.* Hier traten bereits drei Tage nach erfolgter Infektion große rotbraune Verfärbungen auf der Blattspreite auf (Abb. 13). Bei *Vicia angustifolia* und *V. lutea* konnten zwei

Monate nach der Infektion braune Nekrosen festgestellt werden, während die Infektionen ergebnislos verliefen bei *Vicia ervilia, V. tetrasperma, V. pannonica, V. eriocarpa, V. dasycarpa, V. hirsuta, V. sativa* und *V. cracca.*

Negativ verliefen die Infektionen bei *Trifolium pratense, T. incarnatum, T. repens, T. hybridum, Melilotus albus, M. officinalis, Lotus corniculatus, L. uliginosus, Anthyllis vulneraria, Coronilla varia, Medicago lupulina, M. falcata, Lathyrus cicera, L. aphaca, L. sativa, L. orchus, L. niger, L. pratensis, Galega officinalis, Lens esculenta, Cicer arietinum, Pisum sativum, Zinnia elegans, Onobrychis sativa* und *Cucumis sativus.*

Unsere Untersuchungen über den Wirtspflanzenkreis stehen in ihren wesentlichen Punkten in Übereinstimmung mit den Feststellungen anderer Autoren über den Wirtspflanzenkreis des Luzernemosaikvirus. Besonders hervorgehoben seien die Übertragbarkeit auf *Nicotiana tabacum,* die sonst für die meisten Mosaikviren von Leguminosen nicht zutrifft. Ebenso charakteristisch ist die Bildung schokoladenbrauner Nekrosen auf der Blattspreite von *Phaseolus vulgaris.* Wenn in der Regel der Durchmesser dieser Nekrosen auf maximal 1—2 mm angegeben wird, so waren in unseren Versuchen sehr oft Nekrosen von wesentlich größerem Durchmesser festzustellen. Allerdings ist auch von anderer Seite bereits darauf hingewiesen worden, daß bei manchen Buschbohnensorten diese Nekrosen wesentlich größer werden können. Auf die unterschiedliche Reaktion der einzelnen Buschbohnensorten ist bereits verwiesen worden, so daß auch hier kein grundsätzlicher Widerspruch zu anderen Autoren besteht. Unsere Untersuchungen über die Symptomatologie der virusinfizierten Luzerne im Freiland, die Werte für den thermalen Tötungspunkt, den Verdünnungsendspunkt und die Lebensbeständigkeit in vitro sowie die Untersuchungen über den Wirtspflanzenkreis rechtfertigen in ihrer Gesamtheit die Annahme, daß eine Infektion durch das Luzernemosaikvirus (*Marmor medicaginis* Holmes) vorliegt.

Unvollkommen identifizierte Virusinfektionen der Luzerne

Es ist unbestritten, daß in dem seinerzeitigen Untersuchungsmaterial noch weitere Virusinfektionen vorgelegen haben, die aus bereits genannten Gründen keiner endgültigen Klärung zugeführt werden konnten. Wir erinnern an die bereits eingangs genannten Untersuchungsnummern, wobei insbesondere die Nr. KB 231 interessant erscheint, da über ähnliche Erscheinungen in der Virusliteratur der Luzerne bisher keine Angaben ähnlicher Art vorliegen. In vielen Fällen, in denen eine Virusinfektion erwiesenermaßen vorgelegen hat, dürfte eine Infektion durch ein anderes Leguminosenvirus wahrscheinlich sein. Es ist bekannt, daß *Medicago sativa* durch nachstehend genannte Viren infiziert werden kann: Rübenmosaikvirus (*Marmor betae* Holmes), Kleeadernmosaikvirus (?) (*Marmor trifolii* Holmes), Schwedenkleemosaikvirus (*Marmor fastidiens* Holmes), Enationenmosaikvirus der Erbse (?) (*Marmor pisi* Holmes), Strichelvirus der Erbse (*Marmor iners*

HOLMES), Scheckungsvirus der Erbse (*Marmor efficiens* F. JOHNSON), Verkümmerungsvirus der Erbse, Virus der Pierceschen Krankheit (*Morsus suffodiens* HOLMES), Gurkenmosaikvirus (*Marmor cucumeris* HOLMES) und ein auf *Helianthus annuus* vorkommendes, bisher nicht näher identifiziertes Virus.

Abschließend seien noch diejenigen Fälle kurz beschrieben, bei denen mit Sicherheit eine Virusinfektion vorlag, eine Identifizierung jedoch durch den erzwungenen Abbruch der Untersuchungen nicht mehr erfolgen konnte. In vielen Fällen wurden Pflanzen beobachtet, deren Blätter mosaikartige Aufhellungen zeigten, ohne daß Wuchs und Blattform verändert waren. Bei Abreibung auf Tabak erfolgte dort Nekrosenbildung, bei der Buschbohne entstanden ebenfalls Nekrosen, während das Verhalten auf Stechapfel unterschiedlich war. Es sind auch Fälle bekannt, bei denen der Tabak symptomlos blieb und nur Buschbohne und Stechapfel positiv reagierten. In einem einzigen Fall beschränkte sich die Reaktion auf den Tabak allein, häufiger waren die Fälle positiver Reaktion bei Tabak und Buschbohne, während der Stechapfel symptomfrei blieb. — Zwei Fälle umfaßten Pflanzen, bei denen auf der Blattspreite dunkelbraune Flecke auftraten. Eine dieser Formen reagierte lediglich mit Nekrosenbildung bei Abreibung auf Tabak, während die zweite Form zusätzlich bei der Buschbohne Nekrosen erzeugte, bei Stechapfel jedoch symptomlos blieb. — Bei einer Pflanze wurde ein weißer Belag auf der Blattspreite beobachtet, der, makroskopisch betrachtet, einem Mehltaubefall ähnelte und damit ein Symptombild darstellte, wie es für gewöhnlich nicht als virusbedingt in Erscheinung tritt. Tabak reagierte hier bei Abreibung mit Bildung von Nekrosen, auf der Buschbohne entstanden braune Nekrosen, während diese auf Stechapfel punktförmig waren. — Nur in einem einzigen Fall wurden rotbraune, in ihren Konturen unscharfe Flecke auf der Blattspreite beobachtet. Bei Abreibung von dieser Pflanze reagierten Tabak und Buschbohne durch Bildung heller bzw. dunkler Nekrosen, der Stechapfel blieb symptomfrei. — Als letzter Fall seien gelbfleckige Blätter genannt, die gleichzeitig deutlich gekräuselt waren. Hier kam es bei Abreibung auf Tabak zu einer sehr starken Nekrosenbildung, die in keinem anderen Falle zu be-



Abb. 14. Krankheitssymptome der Luzerne, die vermutlich virusbedingt sind. Das Anfangsstadium besteht in einer mosaikartigen Blattaufhellung, später ist das Blatt stark vergilbt, wobei die Adern dunkelgrün gefärbt sind

merken war, während das Bild auf Buschbohne in der Bildung der schon mehrfach genannten schokoladenbraunen Nekrosen bestand und der Stechapfel symptomlos blieb.

Mit einem hohen Grad von Wahrscheinlichkeit virusbedingt ist auch das Krankheitsbild, das Hey (1945) abgebildet hat (Abb. 14) und das ebenfalls unserem Untersuchungsmaterial entstammt. Es ist hierbei sicher, daß es sich nicht um eine Infektion durch das Luzernemosaikvirus handelt, sondern vermutlich eine Infektion durch ein anderes Leguminosenvirus vorliegt, worüber jedoch nur das Experiment endgültigen Aufschluß geben kann. — Abschließend sei noch auf ein Krankheitsbild verwiesen, das in Luzernefeldern sehr häufig angetroffen wird und das bei oberflächlicher Betrachtung mit Virusinfektionen verwechselt werden kann. Es handelt sich dabei um Schadbilder der Roten Spinne (Abb. 15), die in Abhängigkeit von der jeweils angebauten Sorte bzw. Herkunft der Luzerne stärker differieren können.



Abb. 15. Blattschäden durch Rote Spinne an mittelturkestanischer (oben) und anatolischer Luzerne

Zusammenfassung

1. Es wird über Untersuchungen in Berlin-Dahlem über Viruskrankheiten der Luzerne aus den Jahren 1938 und 1939 berichtet. Die Arbeiten konnten infolge des Kriegsausbruches nicht ordnungsgemäß abgeschlossen werden. Als Untersuchungsmaterial diente im wesentlichen ein internationales Sortiment des Imperial bureau of plant genetics in Aberystwyth (Wales).

2. Nach bisherigen Angaben ist das Vorkommen des Luzernemosaikvirus bekannt aus den Vereinigten Staaten, Kanada, Australien, Neuseeland, Bulgarien und Holland. Die vorliegenden Untersuchungen erbrachten den Nachweis, daß dieses Virus auch in Deutschland verbreitet ist.

3. Der thermale Tötungspunkt ist zwischen 62 und 65 °C gelegen, der Verdünnungsendpunkt liegt oberhalb 1 : 2048, und die Lebensbeständigkeit in vitro betrug mehr als drei und weniger als fünf Tage.

4. Bei mechanischer Abreibung von *Nicotiana tabacum* kommt es dort zur anfänglichen fleckenförmigen Aufhellung in den Interkostalfeldern, denen später die Bildung kleiner, hellbrauner Nekrosen folgt. Charakteristisch ist bei *Phaseolus vulgaris* bereits nach drei bis vier Tagen die Bildung schokoladenbrauner Nekrosen von unterschiedlichem Durchmesser. Die einzelnen Sorten reagieren unterschiedlich. Eine auf Tabak festgestellte Quercina-Variante reagiert auch auf der Buschbohne in charakteristischer Form. Bei *Datura stramonium* kommt es an Primär- und Folgeblättern zur Bildung vereinzelter Nekrosen, bei *Vicia faba* sind punktförmige chlorotische Verfärbungen erkennbar. Sehr charakteristisch ist das Bild bei *Vicia villosa,* hier treten große rotbraune Verfärbungen auf der Blattspreite auf, bei *V. angustifolia* und *V. lutea* wurden zwei Monate nach der Infektion braune Nekrosen festgestellt. Bei *Glycine soja* sind Aufhellungen der Blattränder typisch. Bei *Lupinus albus* treten anfänglich graugrüne, eingesunkene Flecke auf, später entstehen hellgelbe bis bräunliche Nekrosen, bei *L. luteus* vergilbten die jüngsten Blätter und wiesen chlorotische Flecke auf.

5. Negativ verliefen die Infektionen bei *Phaseolus multiflorus, Lupinus angustifolius, Vicia ervilia, V. tetrasperma, V. pannonica, V. eriocarpa, V. dasycarpa, V. hirsuta, V. sativa, V. cracca, Trifolium pratense, T. incarnatum, T. repens, T. hybridum, Melilotus albus, M. officinalis, Lotus corniculatus, L. uliginosus, Anthyllis vulneraria, Coronilla varia, Medicago lupulina, M. falcata, Lathyrus cicera, L. aphaca, L. sativa, L. orchus, L. niger, L. pratensis, Galega officinalis, Lens esculenta, Cicer arietinum, Pisum sativum, Zinnia elegans, Onobrychis sativa* und *Cucumis sativus.*

6. Es werden eine Reihe von virusbedingten Krankheitserscheinungen der Luzerne genannt, bei denen eine experimentelle Übertragung auf Testpflanzen gelang, eine Identifizierung des betreffenden Virus jedoch wegen des erzwungenen Abbruches der Untersuchungen nicht erfolgen konnte.

Literaturverzeichnis

Black, L. M., and Price, W. C., 1940: The relationship between viruses of potato calico and alfalfa mosaic. Phytopathology **30**, 444—447.

Böning, K., 1927: Die Mosaikkrankheit der Ackerbohne (*Vicia faba* L.). Ein Beitrag zu dem Mosaik der Papilionaceen. Forschg. Gebiet Pflzkrkh. u. Immunität im Pflzreich, Heft 4, 43—111.

Cook, M. T., 1947: Viruses and virus diseases of plants. Minneapolis.

Doolittle, S. P., and Jones, F. R., 1925: The mosaic disease in the garden pea and other legumes. Phytopathology **15**, 763—773.

Edwards, E. T., 1935 a: Witches' broom — a new virus disease of lucerne. J. austral. inst. agric. sci. **1**, 31—32.

Edwards, E. T., 1935 b: The witches' broom disease of lucerne. Rep. Melbourne meeting austral. and New Zealand assoc. advancement sci. **22**, 323—324.

— —, 1936 a: Witches' broom of lucerne. A serious disease in inland areas. Agric. gaz. New South Wales **47**, 424.

— —, 1936 b: The witches' broom disease of lucerne. Dep. agric. New South Wales, Sci. Bull. 52, 5—31.

Fry, P. R., 1954: Occurrence of lucerne-mosaic virus in New Zealand. New Zealand j. sci. technol. sect. A **34**, 320—326.

Haskell, R. J., 1926: Diseases of cereal and forage crops in the United States in 1925. Plant dis. reptr., Suppl. 48, 365.

Hein, A., 1956: Beiträge zur Kenntnis der Viruskrankheiten an Unkräutern. Im Druck.

Hey, A., 1945: Die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge im Samenbau der kleeartigen Pflanzen. Futtersaatbau (Leipzig) **3**, Heft 8.

Holmes, F. O., 1939: Handbook of phytopathogenic viruses. Minneapolis.

— —, 1948: The filterable viruses. Bergey's manual of determinative bacteriology, 6. Aufl., Suppl. 2, Baltimore.

Klinkowski, M., 1936: Die Luzerne als Objekt der Pflanzenpathologie. Forschungsdienst **2**, 705—717.

— —, 1954: in Köhler, E. und Klinkowski, M., Viruskrankheiten. Handb. Pflzkrkht. Bd. 2, 6. Aufl., 417—422.

— —, und Lehmann, H., 1937: Kranke Luzerne. Neudamm.

Kovachevsky, I. C., 1942 a: Die Buntblättrigkeit der Paprikapflanze *(Capsicum annuum)* (*Medicago* virus 2 K. Smith var. *typicum* Black u. Price). Z. Pflzkrkht. **52**, 533—540.

— —, 1942 b: Die Viruskrankheiten der Paprikapflanze. Arch. bulgar. landw. Ges. Pflzbau **1**, 25—102.

Küster, E., 1925: Pathologische Pflanzenanatomie. 3. Aufl., Jena.

Linford, M. B., 1928: Plant diseases in Utah 1927. Plant dis. reptr. Suppl. 59, 71.

Merkel, L., 1929: Beiträge zur Kenntnis der Mosaikkrankheit der Familie der Papilionaceen. Z. Pflzkrkht. **39**, 289—347.

Oswald, J. W., Rozendaal, A., and van der Want, J. P. H., 1955: The alfalfa mosaic virus in the Netherlands, its effect on potato and a comparison with the potato aucuba mosaic virus. Proc. second conf. potato virus diseases Wageningen 137—147.

Pierce, W. H., 1934: Viroses of the bean. Phytopathology **24**, 87—115.

— —, 1935: The identification of certain viruses affecting leguminous plants. J. agric. res. **51**, 1017—1039.

— —, 1937: Legume viruses in Idaho. Phytopathology **27**, 836—843.

Ramshorn, K., 1937: Zur Physiologie des sogenannten Kartoffelabbaues. II. Über eine formative Wirkung von Heteroauxin auf das Austreiben von Kartoffelknollen. Planta **26**, 737—750.

Resühr, B., 1942: Zur Chemie der Symptombildung viruskranker Pflanzen. Z. Pflzkrkht. **52**, 63—83.

Smith, K. M., 1937: A textbook of plant virus diseases. London.

Weimer, J. L., 1931: Alfalfa mosaic. Phytopathology **21**, 122—123.

— —, 1933: Effect of environmental and cultural factors on the dwarf disease of alfalfa. J. agric. res. 47, 351—368.

— —, 1934: Studies on alfalfa mosaic. Phytopathology **24**, 239—247.

— —, 1936: Alfalfa dwarf, a virus disease transmissible by grafting. J. agric. res. **53**, 333—347.

Weimer, J. L., 1937 a: The possibility of insect transmission of alfalfa dwarf. Phytopathology **27**, 697—702.

— —, 1937 b: Effect of the dwarf disease on the alfalfa plant. J. agric. res. **55**, 87—104.

— —, and Madson, B. A., 1932: Alfalfa diseases in California. California agric. exp. stat., Circ. 326.

Zaumeyer, W. J., 1937: Pea streak and its relationship to strains of alfalfa mosaic. Phytopathology **27**, 144.

— —, 1938: A streak disease of peas and its relation to several strains of alfalfa mosaic virus. J. agric. res. **56**, 747—772.

— —, and Wade; B. L., 1933: Mosaic diseases affecting different legumes in relation to beans and peas. Phytopathology **23**, 562—564.

— —, and — —, 1935: The relationship of certain legume mosaics to bean. J. agric. res. **51**, 715—749.

— —, and — —, 1936 a: Pea mosaic and its relation to other legume mosaic viruses. J. agric. res. **53**, 161—185.

— —, and — —, 1936 b: A pea streak caused by alfalfa mosaic. Phytopathology **26**, 114.

Aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Hackfruchtbau, und Außenstelle Elsdorf (Rhld.)

Zur Frage der gegenseitigen Beziehungen zweier epidemisch auftretender Krankheiten der *Beta*-Rübe[1])

(Ein Infektionsversuch mit dem Virus der Vergilbungskrankheit [*Beta*-Virus 4] und mit *Cercospora beticola* Sacc.)

Von

A. Heiling, W. Steudel und R. Thielemann

Mit 6 Abbildungen

Durch ausgedehnte Befallsstudien (21) konnte gezeigt werden, daß in bestimmten Teilen Deutschlands Jahr für Jahr die Bestände an *Beta*-Rüben mehr oder weniger vollständig durch das Vergilbungsvirus verseucht werden. Der Infektionsdruck in diesen Gebieten ist so groß, daß in manchen Jahren mit nur mäßig starkem Auftreten der virusübertragenden Blattläuse eine praktisch vollständige Infektion aller Rübenfelder hingenommen werden muß. Auch die unter bestimmten Voraussetzungen wirtschaftliche Bekämpfung der Vergilbungsschäden durch Überträgerbekämpfung mit innertherapeutischen Insektiziden führt in diesen Schwerbefallsgebieten nur zu einer Abschwächung des Krankheitsbildes ohne wesentliche Senkung des prozentualen Befalls, so daß die Lage insoweit prinzipiell auch durch Bekämpfungsmaßnahmen wenig geändert wird. Die durch den Pilz *Cercospora beticola*, im folgenden *C. b.* genannt, hervorgerufene Blattfleckenkrankheit, deren bisheriges deutsches Hauptbefallsgebiet bis jetzt im Süden liegt, tritt demgegenüber in den Hauptschadgebieten der Vergilbungskrankheit im Durchschnitt der Jahre nicht mit gleicher Regelmäßigkeit und ähnlich schweren Schäden auf, da sie sich im allgemeinen spät im Jahre in den Feldern bemerkbar macht und ihren Höhepunkt erst in den Monaten September bis November erreicht. Aber selbst unter diesen Umständen kann sie durch Verminderung des Zuckerertrages und durch eine weitgehende Zerstörung des Blattapparates, insbesondere bei den spät zu rodenden Rüben, unangenehme Ertragsverluste

1) Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

verursachen. Sie tritt in unserem Gebiete überwiegend zu einer Zeit auf, wo die Rübenbestände des Schwerbefallsgebietes der Vergilbungskrankheit einen ziemlich einheitlichen intensiv gelben Anblick bieten. Damit ist die Frage nach den Beziehungen zwischen beiden epidemisch auftretenden Rübenkrankheiten gestellt. Als Ursache der nach allgemein vertretener Auffassung sich zur Zeit nach Norden ausweitenden Verbreitungsgrenze des Pilzes *C. b.* vermutet Schlösser (17) neben allgemeinen Klimafaktoren das Auftreten neuer, bei uns bisher nicht vorhandener physiologischer Rassen des Pilzes mit veränderter ökologischer Valenz. Diese könnten nach dem gleichen Autor mit dem in den ersten Nachkriegsjahren vielfach nach Deutschland eingeführten amerikanischen Rübensaatgut eingeschleppt worden sein.

Über die Höhe der durch jede der beiden Krankheiten für sich allein verursachten Ertragsverluste liegen zahlreiche Untersuchungen vor (8, 9, 16, 17, 18, 19, 21, 23; siehe dort weitere Literatur). In unserem west- und nordwestdeutschen Schwerbefallsgebiet rechnen wir bei frühem Auftreten der Vergilbungskrankheit mit einem Durchschnittsverlust an Rübenmasse von ± 20 % und an Zucker von ± 25 % bei einer Erniedrigung der Polarisation um ± 1,0 %. Die in unserem Gebiete durch *C. b.* verursachten Verluste wechseln sehr und sind geringer; vom Pflanzenschutzamt in Bonn werden sie in Epidemiejahren mit Werten bis zu 10 % an Rübenmasse und 50 % an Blatt veranschlagt (12).

Die Ertragsverluste beider Krankheiten für sich allein schwanken in weiten Grenzen und werden, wie die Untersuchungen der letzten Jahre eindeutig ergeben haben, vor allem von den allgemeinen Wachstumsvoraussetzungen, dem Klima und den Infektionsverhältnissen beeinflußt, woraus sich auch mancherlei Widersprüche in der einschlägigen Literatur erklären lassen. Da wir in unserem Arbeitsgebiete vielfach mit 100%igem Vergilbungsbefall zu rechnen haben, trifft der Spätbefall mit *C. b.* auf vergilbte Bestände. Es war uns bisher nicht möglich, diesen ertragsmindernden Faktor bei der Bestimmung der Vergilbungsschäden eindeutig einzuordnen. Unsere bisherigen Arbeiten haben uns gezeigt, daß praktisch jeder Kulturfaktor die Höhe der Vergilbungsverluste beeinflussen kann und vergilbungskranke Rüben nicht nur für pilzliche oder bakterielle Schwächeparasiten, sondern auch für Blattläuse günstigere Entwicklungsmöglichkeiten bieten als nicht vergilbte. Es war daher zu untersuchen, ob nicht auch zwischen dem Vergilbungsvirus und *C. b.* kausal determinierbare Beziehungen bestehen, die das Ausmaß der Ertragsverluste in irgendeiner Form beeinflussen und es unmöglich machen, den durch beide Krankheiten entstehenden Gesamtschaden durch einfache Addition der für jede Krankheit allein besser bekannten Einzelverluste zu bestimmen. Es ist nicht nur uns (7), sondern auch anderen Autoren aufgefallen, daß vergilbungsinfizierte Rüben vielfach in Infektionsversuchen und schwer kranken Feldbeständen besonders schweren *C. b.*-Befall zeigten; diese Beobachtung führte zu der Annahme einer besonderen Anfälligkeit der vergilbungs-

kranken Rüben gegen *C. b.*-Infektion, die von Kovács (11) an einem Vergilbungs-Infektionsversuch im Freiland durch Auszählung des spontanen *C. b.*-Befalls nachgewiesen werden konnte.

Spezielle Feld- oder Gewächshausversuche zu diesem Problem sind uns bisher nicht bekannt geworden. Wir haben uns daher seit dem Jahre 1953 der Klärung dieser Fragen zugewandt und im Jahre 1954 den nachfolgend geschilderten Feldversuch durchgeführt. Aus grundsätzlichen Erwägungen wurde für beide Erreger die künstliche Infektion gewählt, um unabhängig vom natürlichen Befall zu einer starken und gleichmäßigen Infektion auf engumgrenzten Parzellen zu gelangen. Entsprechend den natürlichen Verhältnissen in den nordwest- und westdeutschen Schwerbefallsgebieten des Vergilbungsvirus wurde in diesem ersten Feldversuch das Zusammentreffen einer frühen und einer späten Mischinfektion von Vergilbung und Rübenmosaik mit einer späten *C. b.*-Infektion im Vergleich zu nicht infizierten Kontrollen und Einzelinfektionen durch einen der beiden Krankheitserreger untersucht.

I. Anlage und Durchführung des Versuches

Die Aussaat erfolgte am 12. 4. 1954 mit Reihenabstand von 0,45 m in ein Feld mit Lößlehm, welches erst kurze Zeit ackerbaulich unter Nutzung stand. Versuchssorten waren „Kleinwanzleben E", „Kleinwanzleben N" und „Polybeta".

Die Daten des Versuchsfeldes waren folgende:

1. Stallmist im Herbst des Vorjahres eingeschält.
2. Pflugfurche im Frühjahr.
3. Düngung des Versuchsfeldes:
   4 dz/ha Kalkstickstoff, 6 dz/ha Thomasmehl,
   2 dz/ha Kalkammonsalpeter, 6 dz/ha Kali 40 %.
4. Vorfrucht: Wintergerste.

Infolge nicht ganz ausreichender Breitenausdehnung des Versuchsfeldes war es unmöglich, den Versuch als lateinisches Quadrat durchzuführen. Die einzelnen Versuchsglieder wurden nach Möglichkeit verteilt; der Versuch lief mit sechs Wiederholungen. Jede Versuchsparzelle umfaßte vier Reihen Polybeta, vier Reihen N und vier Reihen E nebeneinander. Die Gesamtparzelle mit den drei Sorten hatte eine Größe von 5,60 m (Länge) und 5,40 m (Breite) = 30,24 qm.

Der Versuch bestand aus folgenden Gliedern:

1. Kontrolle (nach Möglichkeit frei von Vergilbung und *C. b.*).
2. Frühinfektion mit einem Gemisch von Vergilbung und Rübenmosaik.
3. Spätinfektion mit einem Gemisch von Vergilbung und Rübenmosaik.
4. *C. b.*, *Myzel*suspension-Infektion.
5. Frühinfektion mit Vergilbung + Mosaik und *C. b.*-Infektion.
6. Spätinfektion mit Vergilbung + Mosaik und *C. b.*-Infektion.

Da der Versuch im Kreis Grevenbroich, einem meist hochgradig mit Vergilbungsvirus verseuchten Gebiete durchgeführt wurde, wir aber die Parzellen 1 (Kontrolle) und 4 (*C. b.*-Infektion) nach Möglichkeit von natürlichem Vergilbungsbefall freihalten und auch auf den für die künstliche Infektion vorgesehenen Versuchsgliedern die natürliche Infektion soweit wie möglich ausschalten wollten, wurden seit dem 28. Mai alle Versuchsglieder wöchentlich mit einer 0,1%igen Systoxbrühe blattlausfrei gespritzt; bei den für die künstliche Infektion vorgesehenen Parzellen wurden diese Spritzungen etwa 14 Tage vor dem Infektionstermin unterbrochen, nachher aber wieder aufgenommen. Insgesamt wurden die Parzellen 16mal mit Systox behandelt. Trotz dieser Vorsichtsmaßnahmen war es nicht möglich, die Kontrollen völlig virusfrei zu halten. Die gleichen Argumente gelten selbstverständlich auch für den natürlichen Befall mit *C. b.*

Ab 16. Juli erhielten daher die Parzellengruppen 1, 2 und 3 eine Schutzspritzung. Bis zum 15. September wurde die Spritzung (Cuprarot 2 kg/ha) 7mal wiederholt.

Die frühe Virusinfektion (Parzellen 2 und 5) wurde am 15. Juni, die späte (Parzellen 3 und 6) am 14. Juli durchgeführt. Die virusübertragenden Blattläuse (*Myzodes persicae*) waren im Gewächshaus an mischinfizierten Stecklingen herangezogen worden, die vom Versuchsgut Finkenwald bei Beckum (Westfalen) der Kleinwanzlebener Saatgut GmbH. stammten. Zum jeweiligen Infektionszeitpunkt schnitten wir die stark besiedelten Blätter der Stecklinge in Stücke, die mit mindestens fünf Blattläusen besetzt waren. Je ein Stück wurde dann auf dem Versuchsfeld in das Herz der zu infizierenden Pflanzen eingelegt und dadurch eine vollständige Verseuchung erzielt.

Die Infektion mit *C. b.* erfolgte am 23. Juli, um so die Verhältnisse in den Infektionsparzellen der im Rheinland üblichen Spätinfektion anzugleichen. Als Ausgangsmaterial dienten Schrägröhrchen-Agarkulturen von *C. b.*-Pilz-*Myzel*. Diese wurden nach der Methode Knapp im Starmix unter Wasserzusatz zerschlagen und die so entstandene *Myzel*brühe nach entsprechender Verdünnung mit der Rückenspritze auf die Parzellen 4, 5 und 6 gespritzt. Die Infektion gelang vollständig, ein Übergreifen auf die nicht infizierten Parzellen blieb infolge der intensiven Kupferspritzung praktisch aus.

II. Beobachtungen im Verlauf der Vegetationsperiode

Das Jahr 1954 war durch einen recht starken Frühflug der virusübertragenden Blattläuse ausgezeichnet, der bereits im Juni zur Massenverlausung an den Rüben führte. Blattlausbeobachtungen an Zuckerrüben in der Nachbarschaft des Versuchs (Abb. 1) zeigen ein Besiedlungsmaximum für beide Arten in der Zeit zwischen dem 20. Juni und 1. Juli. Die jede Woche wiederholte Systoxspritzung senkte den Befall der Spritzparzellen gegenüber den

umgebenden Feldrüben um etwa 90 %. Der Sommerflug der Blattläuse blieb infolge der ungünstigen Witterung schwach und verzettelt (22) und führte nicht zu nennenswerter zusätzlicher Besiedlung der Rüben. Die erste künstliche Infektion des Versuchs mit infektiösen Blattläusen erfolgte also zur Zeit des frühen natürlichen Massen-Blattlaus-Befalls. Nach etwa zehntägiger Inkubationszeit erschienen die ersten Symptome der Infektion und die infizierten Parzellen fielen durch ihre fahlgelbe Farbe in der grünen Umgebung deutlich auf. Die Symptome gewannen rasch an Intensität und die Gelbfärbung erreichte ihren Höhepunkt etwa einen Monat nach erfolgter Infektion, wobei die Parzellengrenzen gut erhalten blieben. Eine eingehende Bonitur der Infektionsparzellen wurde wegen dieses guten und vor allem gleichmäßigen Infektionserfolges nicht durchgeführt.

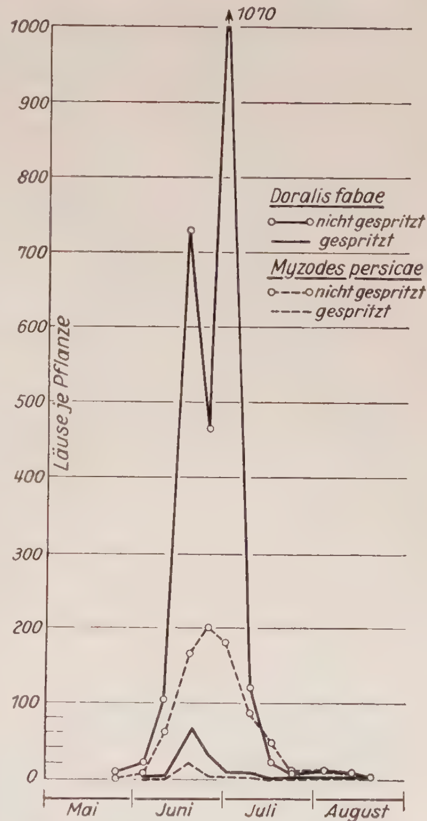


Abb. 1. Verlauf der Blattlausgradation in Wevelinghoven 1954. Zuckerrüben, mittlerer Blattlausbefall je Pflanze

Die zweite künstliche Infektion erfolgte etwa einen Monat später zu einer Zeit, als im Jahre 1954 die natürliche Blattlauspopulation im Rheinland bereits weitgehend zusammengebrochen war (siehe Abb. 1). Sie entspricht in ihrem Zeitpunkt etwa dem Höhepunkt des Sommerfluges in nicht zu frühen Jahren und ist daher epidemiologisch in unserem Gebiet als Spätinfektion zu bezeichnen. Wie aus früheren Infektionsversuchen der Jahre 1948 bis 1952 und aus zahlreichen Feldversuchen bereits bekannt, war auch diesmal die Inkubationszeit bis zum Erscheinen der ersten ausgeprägten Vergilbungssymptome wesentlich länger als bei der Frühinfektion, nämlich etwa 20 Tage. Die weitere Ausprägung der Symptome ging langsamer vonstatten als bei der Frühinfektion, so daß das Stadium der stärksten Vergilbung erst in den Erntemonaten, Mitte September bis Oktober, erreicht wurde. Zu dieser Zeit hatten die Pflanzen der frühinfizierten Parzellen ihr Blatt zum Teil schon erheblich regeneriert und sahen daher von weitem weniger krank aus als die Spätinfektionen. Das Versuchsziel, durch die künstliche Vergilbungsinfektion möglichst verschiedene Ausgangsbedingungen für die nachfolgende *C. b.*-Infektion zu schaffen, wurde also erreicht, wenn auch nicht in Abrede gestellt werden kann, daß unter anderen Bedingungen als denen des Versuchsjahres die Infektionstermine zeitlich hätten

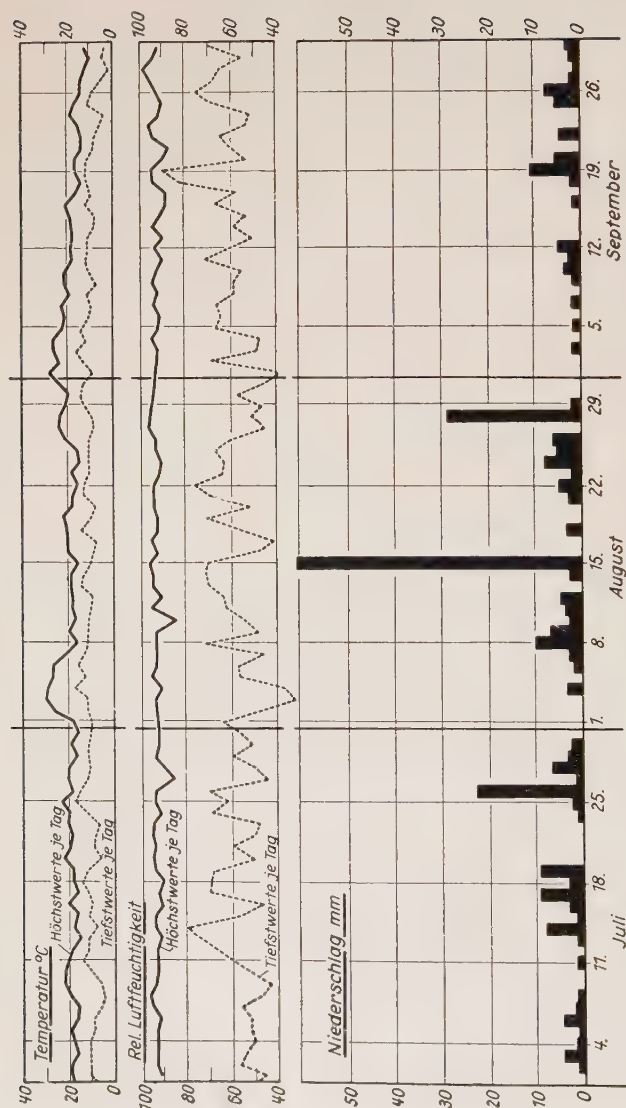


Abb. 2. Klimadaten 1954 nach Messungen der Klimastation Elsdorf (Rhld).

etwas anders liegen müssen, denn das kühle und vor allem dunkle Sommerwetter hat zumindest bei der Spätinfektion die Ausprägung der Vergilbungssymptome, bei gleichzeitig sehr üppigem Blattwachstum, stark verzögert.

Die Inkubationszeit für die am 23. Juli erfolgte *C. b.*-Infektion währte 18 Tage; an und für sich ein langer Zeitraum für eine künstliche Infektion. Die Ursache hierfür wird in den niedrigen Temperaturen der Monate Juli und August zu suchen sein (vgl. auch die Darstellung des Witterungsverlaufs der für die *C. b.*-Entwicklung entscheidenden Monate in Abb. 2). Die Tageshöchsttemperaturen stiegen nach der Infektion am 23. Juli bis Mitte August nur an sieben Tagen über 20 ° C an (als Optimum für die Entwicklung des Pilzes wird von Darpoux (nach 15, 16) 26 ° C angegeben. Die Werte der Abbildung 2 wurden allerdings in der Wetterhütte in 2 m Höhe abgelesen und entsprechen nicht den Bedingungen des Bestandesklimas auf dem Rübenfeld; immerhin charakterisieren sie das dem Auftreten der

Krankheit wenig förderliche Großklima. Auch die allgemeinen Beobachtungen an Rübenbeständen der Kölner Bucht und des Niederrheins ergaben, daß die witterungsbedingten Voraussetzungen für eine *C. b.*-Epidemie 1954 nicht günstig waren.

Wenige Tage nach dem Sichtbarwerden der *C. b.*-Blattflecken erfolgte die erste Bonitur, wobei jede Pflanze berücksichtigt wurde. Die Einstufung geschah nach dem Bonitierungsschema 0—5, wobei 0 den Nichtbefall und 5 die stärkste Befallsstufe kennzeichnet. Wie in früheren Arbeiten wurde auch in diesem Falle ein Befallsindex errechnet. Diese Bonitierungsart ist zwar weitgehend subjektiv abgestimmt, zeigt aber trotzdem die relativen Befallsunterschiede zwischen den einzelnen Versuchsgliedern (Abb. 3). Bei der ersten Durchsicht waren die Symptome zunächst nur sehr schwach ausgeprägt; sie nahmen dann aber innerhalb von 14 Tagen in allen infizierten Parzellen sowohl prozentual als auch nach der Symptomstärke erheblich zu. Bei der zweiten Bonitur — etwa fünf Wochen nach erfolgter Infektion — unterschieden sich die Parzellen prozentual nicht mehr, da überall 100%iger Befall erreicht war. Lediglich in der Symptomstärke war eine Zunahme von den Parzellen ohne Virusinfektion über die Parzellen mit früher Virusinfektion im *C. b.*-Befall zu verzeichnen. Diese Befallsunterschiede blieben bis zur Ernte erhalten. In der ganzen Zeit fielen vor allem die spät mit Virus infizierten Parzellen durch ihren besonders schweren *C. b.*-Befall deutlich ins Auge.

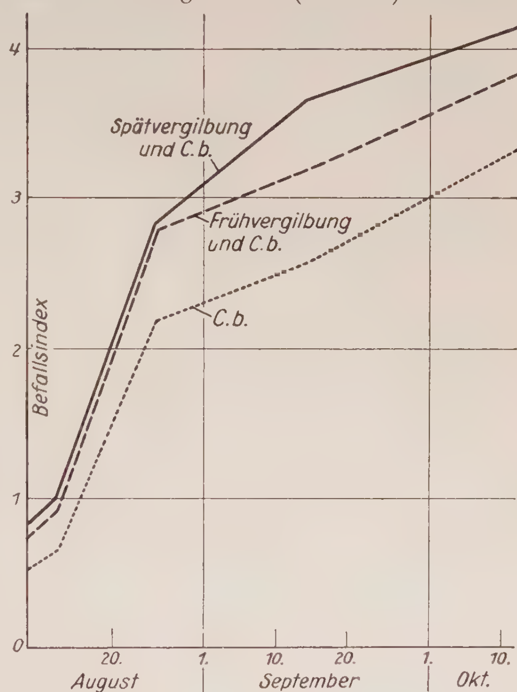


Abb. 3. Befallsindex von *Cercospora beticola*; Wevelinghoven 1954
——— Spätvergilbung und *C. b.*
— — — — Frühvergilbung und *C. b.*
. . . . *C. b.*

Tabelle 1

Durchschnittlicher *C. b.*-Befallsindex der Versuchsglieder

	am			
	13. 8.	26. 8.	15. 9.	13. 10.
C. b.-Infektion ohne Virusinfektion	1,08	2,22	2,62	3,33
mit früher Virusinfektion	1,19	2,82	3,20	3,83
mit später Virusinfektion	1,22	2,85	3,66	4,13

Auch in den nicht künstlich infizierten Parzellen traten an einigen Pflanzen vereinzelt Blattflecke auf. In keinem Falle starben jedoch die Blätter ab, auch nicht einzelne, so daß dieser sehr geringe Befall nicht berücksichtigt zu werden brauchte.

Mit diesen Beobachtungen scheint erwiesen, daß der Ausbruch des *C. b.*-Befalls in bestimmter Weise von der vorher erfolgten Virusinfektion gesteuert wird, denn es werden zwar alle infizierten Parzellen schwer krank, doch hängt die Schnelligkeit des Auftretens schwerer Symptome deutlich von der vorher erfolgten Virusinfektion ab. Das bemerkenswert heftige Auftreten der *C. b.* in den spät mit Virosen infizierten Parzellen erfolgte zur Zeit der stärksten Ausprägung der Virussymptome. Offenbar sind bei den Blättern dieser Pflanzen die Bedingungen für eine rasche Entwicklung des Pilzes besonders günstig. Bei den früh mit Vergilbung infizierten Parzellen erfolgte die *C. b.*-Infektion zu einer Zeit, als die Vergilbungssymptome ihre höchste Intensität aufwiesen. Im Verlauf der Inkubationszeit für den Pilz starb eine ganze Anzahl von Blättern dieser Rüben infolge sehr schwerer Vergilbungsschäden ab, so daß die Startbedingungen für ein massives Auftreten der *C. b.* im großen und ganzen nicht so günstig waren wie bei der späten Vergilbungsinfektion. Die allgemeine Feldbeobachtung, nach der vergilbte Bestände gegen die Folgen einer *C. b.*-Infektion anfälliger sind, kann also im Experiment bestätigt werden. Die Beziehungen zwischen den beiden epidemisch auftretenden Krankheiten sind jedoch nicht einfacher Natur, sondern werden weiterhin sehr durch das Zusammenspiel zwischen den Infektionsterminen und dem Auftreten der Krankheitssymptome beeinflußt. Da diese Dinge weitgehend von den Witterungsfaktoren gesteuert werden, müssen derartige Versuche unter den verschiedensten Bedingungen wiederholt werden, ehe man an eine allgemein gültige kausale Erklärung denken kann. Immerhin glauben wir, schon heute feststellen zu können, daß die Entwicklung der *C. b.* auf den Rübenblättern gerade dann besonders gefördert wird, wenn die Zeit ihrer Hauptentwicklung in eine Periode intensiver virusverursachter Blattvergilbung fällt, d. h. in unserem Arbeitsgebiete in die Zeit von September bis Ende Oktober. Unter diesen Voraussetzungen erhebt sich weiterhin die Frage, ob nicht die starke Vergilbung unserer Rübenbestände in diesen Monaten geradezu eine Voraussetzung für die auch in den letzten Jahren recht häufig entstandene späte *C. b.*-Epidemie darstellt.

Unterschiede in der Stärke der Krankheitssymptome waren bei den im Versuch stehenden drei Zuckerrübensorten „Kleinwanzleben E“, „Kleinwanzleben N“ und „Polybeta“ für beide Krankheiten nicht feststellbar. Dies mag damit zusammenhängen, daß bei der sehr massiven künstlichen Infektion Differenzen, die unter weniger schweren Befallsbedingungen in Erscheinung treten, einfach überdeckt worden sind.

III. Einfluß des kombinierten Befalls durch Vergilbungs- und Blattfleckenkrankheit auf den Stoffwechsel der Rübe

Die Untersuchungen des Kohlenhydrat- und Stickstoff-Stoffwechsels der gleichzeitig von Virus und Pilz befallenen Rüben hatten ein doppeltes Ziel: an erster Stelle sollte geklärt werden, in welcher Weise der pathologisch veränderte Stoffwechsel der vergilbungskranken Rüben durch den zusätzlichen Befall durch *Cercospora beticola* modifiziert wird und wie sich etwa festzustellende Veränderungen auf Wachstum und Ertragsleistung auswirken; als zweites Untersuchungsziel stand daneben die Frage, ob die chemische Konstitution und das physiologische Verhalten solcher doppelt befallenen Pflanzen Hinweise für die Ursachen der unterschiedlichen Pilzanfälligkeit viröser und nichtviröser Rüben geben könnte.

Dem Untersuchungszweck entsprechend wurden für diese Arbeiten typische Pflanzen bzw. Pflanzenteile verwendet, die a) keinerlei Befallssymptome, b) nur *Cercospora*-Befall, c) nur Virus-Symptome und d) *Cercospora*-Befall und Vergilbungsmerkmale zeigten. Diese Pflanzen entsprachen demnach nicht dem mittleren Zustand der zugehörigen Infektions-Parzelle auf dem Felde. Erst bei Aberntung des Versuches wurden Durchschnittsproben aller Parzellen in gleicher Weise untersucht.

1. Methode

Zur Erfassung des Kohlenhydrat-Stoffwechsels an Blatt und Rübe kam die Methode von Hagedorn-Jensen (4) zur Anwendung. Die an den Substanz-Extrakten unmittelbar gemessenen Reduktionswerte dürften im wesentlichen den Gehalt an reduzierenden Zuckern wiedergeben; die Bestimmung der Rest-Reduktion war aus technischen Gründen leider nicht möglich, daher ist ein gewisser Anteil anderer reduzierender Substanzen an den gemessenen Reduktionswerten durchaus möglich. Um die nichtreduzierenden Zucker zu bestimmen, wurden die Extrakte einer 5 Minuten langen Hydrolyse in kochendem Wasserbad durch 5%ige Salzsäure unterzogen. Zur Feststellung von Stärke wurden Blattbrei-Ansätze eine Stunde lang in 10%iger Salzsäure hydrolysiert. Die Bestimmung der reduzierenden und nichtreduzierenden Zucker im Rübenkörper erfolgte in gleicher Weise. Auch in diesem Falle könnten die festgestellten Reduktionswerte zu einem bestimmten Teil auf reduzierende Nichtzucker zurückgehen; doch muß dieser Fehler sehr klein sein, da die aus der Differenz der Reduktionswerte von hydrolysierten und nicht hydrolysierten Extrakten errechneten Saccharosewerte stets in der Größenordnung der möglichen Zuckergehalte liegen und Vergleichsbestimmungen mit der üblichen polarimetrischen Methode hinreichend übereinstimmende Werte ergaben. Zur Untersuchung des N-Stoffwechsels in Rübe und Blatt wurde der Protein-N in üblicher Weise mit 1%iger Tanninlösung in 0,1%iger H_2SO_4 gefällt. Nichtlöslicher und löslicher Stickstoff wurden nach Kjeldahl (1) bestimmt. Die Ermittlung des Trockensubstanzgehaltes erfolgte durch Trocknung bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz.

2. Untersuchungen an Blättern

Die erste Entnahme typischer Blätter der vier Befallskategorien aus dem Feldinfektionsversuch wurde am 26. August vorgenommen. Zu diesem Zeitpunkt zeigten die nur mit *Cercospora beticola* infizierten Teilstücke noch keinen vollständigen und einen symptomatisch verhältnismäßig leichten Befall. Nekrosen ganzer Blätter waren an virusfreien Pflanzen nicht festzustellen; beide mit dem Vergilbungsvirus infizierte Gruppen wiesen totalen Befall, eine erheblich größere Zahl von Blattflecken und, vor allem auf den vergilbten Blättern, erhebliche Nekrosen auf, und zwar die spät- yellows infizierten stärker als die früh-infizierten, welche bereits erhebliche Blattregeneration und daher schwächere Vergilbung zeigten.

Aus den vier Pflanzengruppen: normal (n), virusinfiziert (y), pilzbefallen (*C. b.*), pilz- und virusbefallen (y + *C. b.*) wurden von jeweils zwei Sorten, „Kleinwanzleben N" und „Polybeta", je 20 gleich alte Blätter entnommen. Die Blätter wurden vor Austrocknung geschützt transportiert und anschließend in voll turgeszentem Zustande aufgearbeitet. Die Gesamtgewichte der mit größtmöglicher Sorgfalt auf gleiches Alter und gleiche Insertion ausgewählten und an der Stielbasis abgebrochenen Blätter differierten im Mittel in sehr ähnlicher Weise wie die für die spätere Untersuchung geernteten ganzen Blattschöpfe und die Blatterträge der allerdings erheblich später geernteten Parzellen. Demnach geben diese Gewichtsdifferenzen, gleichgültig ob sie nur zufällig entstanden oder wirklich gruppenspezifisch sind, das reale Verhältnis der Blattentwicklung der vier Pflanzentypen einigermaßen getreu wieder, so daß diese Relativwerte als Rechnungsgrundlage verwendbar sein dürften. Da außerdem rein zufällig die 20-Blatt-Gewichte in der Größenordnung ziemlich genau den Gesamtblattgewichten der vier Pflanzengruppen entsprechen, gibt die Umrechnung der Analysen-Daten eine schematische Vorstellung von der Substanzverteilung im Blattsystem dieser Pflanzen, wenn angenommen wird, daß alle Blätter die Beschaffenheit des Probematerials besitzen. Da dies in Wirklichkeit kaum der Fall sein wird, dürften die so errechneten Zahlen Grenzwerte darstellen

Tabelle 2

Spreiten-Stiel-Verhältnis normaler, von *Cercospora beticola*- und virusbefallener Rüben

	normal	befallen durch		
		Cerc. bet.	Vergilbung	*Cerc. bet.* u. Vergilbung
Spreite g/Pflanze	174	172	203	148
Stiel g/Pflanze	343	265	230	171
Gesamtblatt g/Pflanze	517	437	433	319
Stiel in % d. Gesamtblattgewicht.	66,4	60,6	53,2	53,6
Quotient Stiel: Spreite	1,97	1,54	1,13	1,16

Mittelwerte von je 20 Einzelproben der Sorten Kleinwanzleben N und Kleinwanzleben Polybeta.

und damit die extreme Auswirkung der untersuchten Befallsformen zeigen. Zur Untersuchung wurden Blattspreiten und -stiele getrennt, da der Vergleich der Stiel-Spreiten-Werte Schlüsse auf die Stoffableitung gestattet; zudem ist die Relation dieser Größen bei der Rübe durch das Vergilbungsvirus in spezifischer Weise modifiziert (13, 21).

a) Gewichtsverhältnis Spreite:Stiel

Die verschiedenartigen Befallsformen haben das Gewichtsverhältnis der beiden Blattorgane zueinander offensichtlich in typischer Weise verändert (Tabelle 2). Der Befall durch *Cercospora beticola* hat, ebenso wie die Virusinfektion, eine zwar deutliche, aber nicht so umfangreiche Reduktion des Stielanteils verursacht. Daß die Verschiebung der Relation Stiel : Spreite durch den Vergilbungsbefall typisch ist, ergab sich auch aus einer Reihe ähnlicher, mit anderen Zielen durchgeführten Bestimmungen.

Wenn eine Verschiebung der Gewichtsverhältnisse zugunsten der Spreite im Falle der virösen Vergilbung wegen der bekannten strukturellen Veränderung der Blattform durch die Virose dem Verständnis scheinbar nicht allzu große Schwierigkeiten machte, so erschien eine gleiche Wirkung des Pilzbefalls zunächst um so weniger erklärlich. Doch dürfte die wirkliche Ursache in beiden Fällen die gleiche sein: eine Hemmung der Stielausbildung, sowohl des Längenwachstums, das häufig, besonders bei Rosettenformen, nach Abschluß der Spreitenentwicklung noch lange andauern kann (24), als auch des bei bifazialen Blattstielen stark ausgeprägten, auf der Tätigkeit des Ventralmeristems beruhenden Dickenwachstums (25). Zu dieser Deutung

Tabelle 3

Trockensubstanz, Residual-Trockensubstanz und Zuckergehalt normaler und befallener Blätter

	normal		*Cercospora bet.*		Vergilbung		*Cercospora bet.* und Vergilbung	
	Spreite	Stiel	Spreite	Stiel	Spreite	Stiel	Spreite	Stiel
Trockensubstanz %	13,56	9,27	15,32	9,07	16,12	7,08	15,36	6,85
Res. Trockensubst. % F.	9,74	4,34	11,53	4,45	9,41	4,00	9,82	4,31
Res. Trockens. in %TS	71,8	46,8	75,3	49,1	58,4	56,5	63,9	63,0
Red. Zucker mg/g F	30,42	41,04	29,08	37,14	60,30	28,28	46,03	22,90
Red. Zucker mg/g TS	225,0	442,8	190,2	407,9	374,2	401,0	301,4	334,7
Gesamtzucker mg/g F	38,20	49,31	37,94	46,20	67,10	30,81	55,38	25,44
Gesamtzucker mg/g TS	279,5	532,8	254,8	496,2	416,4	435,2	359,5	372,2
Hydrolysierb. Zucker mg/g F	7,78	8,27	8,86	9,06	6,80	2,53	9,35	2,54
Hydrolysierb. Zucker mg/g TS	54,5	90,0	64,6	88,5	42,2	34,2	58,1	37,5
Hydrolysierb. % Ges. Z.	20,3	16,78	23,35	19,63	10,13	8,21	16,89	9,98

Red. Zucker = Reduzierende Zucker
TS = Trockensubstanz
F = Frischsubstanz

führt nicht nur der Umstand, daß bei den untersuchten Pflanzen weniger die Spreitengewichte, sondern in weit größerem Maße die Stielwerte variieren; sie wird auch durch die physiologisch-chemische Konstitution der Stiele bei den verschiedenen Typen nahegelegt.

b) Kohlenhydrat-Stoffwechsel des Rübenblattes

Die Ergebnisse der Trockensubstanzbestimmungen (Tabelle 3) entsprechen für die vergilbungskranken Pflanzen den früheren Erfahrungen (21): Anomal hohe Werte der Blattspreiten, stark erniedrigte Werte der Stiele. Jedoch hat auch der *Cercospora*-Befall den prozentualen TS-Gehalt der Spreite ein wenig gesteigert, den der Stiele leicht erniedrigt. Die doppelt befallenen Blattlamina enthalten mehr Trockensubstanz als die normalen, aber weniger als die nur vergilbten, während die Differenz gegenüber der Kontrolle bei den zugehörigen Blattstielen erheblich größer ist. Die Umkehrung des Verhältnisses der Trockenmasse in Stiel und Spreite durch beide Befallsformen erfährt nun noch eine bedeutende Steigerung durch die gleichzeitige Veränderung der Stiel-Blatt-Relation (Abb. 4). Noch stärker als bei den Frischsubstanzen verlagert sich damit das Substanz-Schwergewicht bei den kranken Pflanzen in den Spreiten-Anteil. Daß die Steigerung des Trockensubstanzgehaltes durch die Virose und die durch den Pilzbefall physiologisch keineswegs gleichzuwerten ist, ergibt sich deutlich aus der Errechnung der Residual-Trockensubstanz im Sinne von Watson, M. A. und Watson, D. J. (27) (Trockensubstanz minus Gesamtkohlenhydratgehalt). Diese ist bei den *C. b.* befallenen Spreiten erheblich größer, bei den nur viruskranken und bei den doppelt infizierten dagegen kleiner als bei den gesunden Blättern; der Anteil der Nicht-Kohlenhydrate an der Trokkenmasse der Stiele ist dagegen bei allen befallenen Gruppen niedriger als normal. Demnach ist der Anstieg der Trockensubstanz durch den *Cercospora*-Befall eine Folge der Austrocknung lokaler Blattstellen, nämlich der nekrotischen Flecke und nicht wie bei den virösen auf eine Anreicherung an Inhaltsstoffen zurückzuführen. Auf die Stiel-Elemente wirkt dagegen der Pilzparasitismus in gleicher Weise wie die Virose. Den Ergebnissen der Trockensubstanzbestimmungen entsprechen die Untersuchungen des KH-Stoffwechsels. Die für die viröse Vergilbung typische Assimilatstauung (26, 6, 27, 21 u. a.) manifestiert sich in einem deutlich

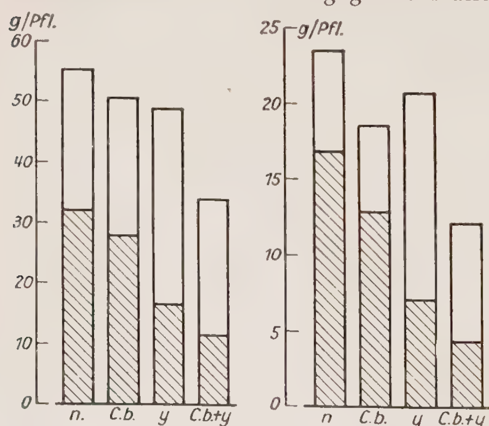


Abb. 4 (links). Trockensubstanz-Menge in Stiel (schraffiert) und Spreite (nicht schraffiert)
Abb. 5 (rechts). Gesamtzucker-Menge in Stiel (schraffiert) und Spreite (nicht schraffiert)

überhöhten Gehalt der vergilbungskranken Spreiten an reduzierenden, wohl vorwiegend aus Monosacchariden bestehenden Substanzen; sie ist auch an den pilzbefallenen virösen Spreiten deutlich, doch weniger intensiv ausgeprägt. Hingegen ist die zweite charakteristische Wirkung der Virose auf den KH-Stoffwechsel, die Verminderung der Zuckerstoffe in den Blattstielen, bei den doppelt befallenen Pflanzen noch stärker ausgeprägt als bei den nur vom Virus infizierten. Der *Cercospora*-Befall hat die Reduktionswerte von Spreite und Stiel herabgesetzt. Die Differenzen zu den Vergleichspflanzen sind bei Bezug auf Frischgewicht gering, vergrößern sich jedoch bei Berechnung auf Trockenmasse.

Die „Gesamtzucker" — dieser Begriff möge hier die Gesamtmenge der reduzierenden Stoffe umfassen, die nach einer Hydrolyse der Blattextrakte von 5 Minuten Dauer in 5%iger Salzsäure nachweisbar sind und die vorwiegend aus Zuckerstoffen bestehen dürften — zeigen die gleiche Tendenz wie die reduzierenden Zucker. Der Anteil der Saccharose am Gesamt-Reduktionswert, der wohl zur Hauptsache die Differenz des Reduktionsvermögens nicht hydrolysierter und in der beschriebenen Weise behandelter Extrakte ausmachen dürfte, und der in den Blattorganen mengenmäßig gegenüber den reduzierenden Zuckern stark zurücktritt, war bei den pilzbefallenen nicht-virösen und virösen Spreiten und Stielen höher als bei den pilzfreien Blättern. Eine einstündige Erhitzung der Blattbrei-Ansätze im Dampftopf nach Zugabe von 10 % Salzsäure, die zur vollständigen Hydrolyse der Stärke ausreicht, bewirkte gar keine oder nur unwesentliche Steigerungen der Reduktionswerte; demnach enthielten diese Blattproben Stärke nur in Spuren.

Die drei untersuchten Befallstypen haben den Kohlenhydratstoffwechsel in doppelter Weise modifiziert, nämlich einmal die prozentualen Gehaltswerte und zum andern die Verteilung der Substanzen in Spreiten und Stielen. Dieses letzte Moment, das in der Berechnung des Stiel : Blatt-Quotienten zum Ausdruck kommt, erfährt nun noch eine Potenzierung durch die für die vier Gruppen spezifische Relation der beiden Blattelemente zueinander (vgl. Abb. 5). Die Stielreduktion durch den Virus- und Pilzbefall wird in ihrer physiologischen Bedeutung durch eine Entleerung dieser Blatteile noch erheblich gesteigert.

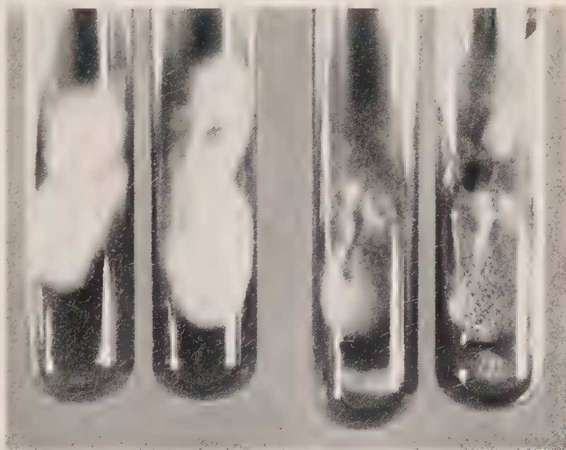


Abb. 6. *Cercospora beticola* auf Agar-Nährboden mit Extrakt aus: vergilbungskrankem (links) — normalem Blattmaterial (rechts); beimpft am 6. September 1955, phot. 14. September 1955

Für den Einfluß des Doppelbefalls durch Vergilbungsvirus und *Cercospora beticola* auf den Kohlenhydrat-Stoffwechsel des Rübenblattes ergibt sich somit folgende Vorstellung: Der *Cercospora*-Befall, der beim sonst normalen Rübenblatt den Kohlenhydratgehalt der Spreite und besonders der Blattstiele herabsetzt, vermindert beim vergilbungskranken Blatt die Menge der in der Spreite gestauten Assimilate, ohne in dem untersuchten Falle den Überschuß voll zu nivellieren.

Diese KH-Gehaltsminderung der Spreite dürfte teilweise auf eine zusätzliche Störung der photosynthetischen Leistung, mehr aber noch auf einen unmittelbaren Verbrauch reduzierender Zucker durch den Pilz zurückzuführen sein. Einen Hinweis hierfür gibt vor allem die gesteigerte Abnahme des Gehaltes an Kohlenhydraten, besonders an reduzierenden Zuckern in den Blattstielen der virus- und pilzbefallenen Blätter. Da in den Blattstielen die Leitgewebe vorherrschen, kann aus den Stielwerten ohne große Fehler auf die Intensität der Stoffableitung aus den Blättern in Rübe und Wurzel geschlossen werden. Aus der starken Verschiebung des Verhältnisses der in Spreite und Stiel gefundenen Kohlenhydratmengen zugunsten des Spreiten-Anteils ist auf eine erhebliche Hemmung der schon durch die Virose gestörten Kohlenhydratableitung bei gleichzeitigem *Cercospora*-Befall zu schließen.

Der *Cercospora*-Befall drosselt demnach nicht nur noch zusätzlich die schon durch das Virus gehemmte photosynthetische Leistung des Blattes, er bewirkt außerdem den Verbrauch eines bestimmten Anteils der gebildeten Assimilate durch den Pilz. Beide Wirkungen haben einen über den Virusbefall allein noch verschärften Rückgang in der Assimilat-Versorgung von Rübe und Wurzel zur Folge.

Die aus den Gehaltszahlen für Stiel und Spreite auf Grund des Gewichtsverhältnisses dieser beiden Blattelemente errechneten Durchschnittswerte (vgl. Tabelle 4) für das Gesamtblatt, die vor allem hinsichtlich des landwirtschaftlichen Nutzungswertes interessieren, differieren bei den vier Gruppen naturgemäß weniger als die Einzelwerte, da sie sich bei dem teilweise gegenläufigen Verhalten von Spreite und Stiel bei den Infektionen bzw. den entgegengesetzten Wirkungen der Virus- und Pilzinfektion mehr oder weniger weit kompensieren. Das Letzte trifft augenscheinlich für den Trockensubstanzgehalt der vergilbungs- und blattfleckenkranken Rüben zu. Im Prozentgehalt an reduzierendem und Gesamtzucker übertreffen die virusinfizierten Pflanzen die Kontrolle, während der *Cercospora*-Befall den Gehalt der Blätter an löslichen Kohlenhydraten, besonders an reduzierenden Zuckern, deutlich senkt. Bei Berechnung der Gehaltszahlen auf die Probengewichte, die, wie oben angegeben, zufällig größenordnungsmäßig dem durchschnittlichen Gesamtblatt-Gewicht der Einzelpflanze für die jeweilige Pflanzengruppe entsprechen, ergeben sich die durch die drei Infektionsformen bewirkten Substanzverluste, wenn angenommen wird, daß alle Blätter die gleiche Beschaffenheit zeigen wie die untersuchten. Da dies in Wirklichkeit nur selten der Fall sein dürfte, wären die gefundenen Differen-

zen deshalb als Maximal-Verluste zu werten. Alle Infektionsformen haben sowohl die Trockenmasse als auch die Zuckermenge je Pflanze reduziert, am stärksten die Doppel-Infektion durch Virus und Pilz, die bei den Kohlenhydraten eine Minderung um etwa 50 % verursacht hat.

Bei den beiden späteren Pflanzenentnahmen und bei der Schlußauswertung wurden Spreiten und Stiele nicht getrennt untersucht. Für die Blattanalysen wurden die ganzen Blattschöpfe (ohne Rübenköpfe) zunächst in kleine Stücke zerschnitten und nach gründlicher Mischung eine Probe des zerschnittenen Materials im Starmix fein zerrieben.

Tabelle 4

Trockensubstanz- und Zuckergehalt des Gesamt-Blattes

	normal	befallen durch		
		C. beticola	Vergilbung	*C. beticola* + Vergilbung
Trockensubstanz %	10,72	11,52	11,31	10,79
Trockensubstanz g/Pflanze	55,4	50,3	49,0	34,4
Trockensubstanz g/Pflanze relativ	100	90,8	88,4	62,1
Reduzierende Zucker mg/g Frischgew.	37,48	33,95	43,28	33,71
Reduzierende Zucker g/Pflanze	19,38	14,83	18,77	10,75
Reduzierende Zucker g/Pflanze relativ	100	76,6	96,9	55,5
Gesamt-Zucker %	45,55	43,35	47,80	39,30
Gesamt-Zucker g/Pflanze	23,55	18,95	20,70	12,53
Gesamt-Zucker g/Pflanze relativ	100	80,4	86,4	53,2

Am 14. und 23. September wurden aus jeder Versuchsgruppe fünf gruppentypische Rübenpflanzen der Sorte „Kleinwanzleben E" ausgewählt. Die Entnahme beschränkte sich auf die geringe Pflanzenzahl, um die Pflanzenbestände und Ertragsfeststellungen so wenig wie möglich zu stören; dafür achteten wir um so mehr auf Auswahl charakteristischer Einzelpflanzen. Aus der Gesamternte (18. Oktober) wurden dagegen ohne besondere Auswahl zehn Blattschöpfe der gleichen Sorten entnommen und in gleicher Weise wie die Einzelproben behandelt. Die für diese Entnahme angegebenen Einzelblattgewichte sind jedoch nicht Durchschnittsgewichte der untersuchten Proben, sondern die aus der Gesamternte errechneten Mittelwerte. Trotzdem stimmen die aus so ungleich großem Material ermittelten Blattgewichte weitgehend überein (Tabelle 5). Gegenüber dem Zustande der Pflanzen am ersten Untersuchungstermin erfuhr der Befallsgrad bei den späteren Entnahmen naturgemäß von Termin zu Termin ± große Änderungen; der *Cercospora*-Befall hatte an Schwere sichtlich zugenommen. Bei den früh-y-infizierten Pflanzen schritt die Zerstörung der zuerst infizierten Blätter immer weiter fort; gleichzeitig erschienen auf den neu gebildeten, anfangs noch grünen Blättern wiederum Vergilbungssymptome; bei den spät-y-infizierten wurden einerseits die symptomatisch stärkst befallenen Blätter in zunehmendem Maße nekrotisch, andererseits setzte auch in dieser Gruppe die Blattregeneration ein. Während die Blattmenge der normalen und spät virusinfizierten Pflanzen bei allen drei Entnahmen nahezu konstant war,

zeigte sie in den anderen Gruppen, namentlich in der nur mit *C. beticola* infizierten, einen deutlichen Rückgang, offenbar eine Folge der zunehmenden Blattzerstörung durch den Pilz.

Eine Übereinstimmung der in diesen Untersuchungen für Trockensubstanz- und Zuckergehalt gefundenen Werte mit den Ergebnissen der Analyse einzelner gleichalter Blätter war nicht nur wegen der weitreichenden Abhängigkeit dieser Faktoren und auch des Befallsgrades vom Blattalter, sondern auch deswegen nicht zu erwarten, weil nicht mit gleichen Verhältnissen der einzelnen Entwicklungsstadien zueinander in den verschiedenen Pflanzengruppen gerechnet werden konnte.

Tabelle 5

Trockensubstanz- und Zuckergehalt normaler (n), vergilbungs- (y) und blattfleckenkranker (*C. b.*) Rübenblätter

		n	y früh	y spät	*C. b.*	y früh + *C. b.*	y spät + *C. b.*
Blattgewicht	15. 9.	638	538	600	600	388	450
	23. 9.	664	487	614	438	350	440
	18. 10.	685	458	628	427	307	402
Trockensubstanz %	15. 9.	9,87	10,39	11,01	9,89	12,23	12,93
	23. 9.	12,39	11,50	11,62	11,45	10,89	11,98
	18. 10.	12,45	11,23	12,26	13,28	13,20	13,55
Trockensubstanz g/Pfl.	15. 9.	63,0	55,9	66,1	59,4	47,4	58,2
	23. 9.	82,2	56,0	71,4	50,2	38,1	52,3
	18. 10.	85,2	51,4	77,0	56,7	40,5	54,4
Rest-Trockensubstanz %	15. 9.	5,87	6,73	7,63	6,48	7,71	9,25
	23. 9.	9,04	8,07	7,51	8,22	7,80	8,43
	18. 10.	8,71	8,29	8,81	9,95	10,01	10,87
Gesamtzucker mg/g F	15. 9.	40,05	36,59	33,80	34,10	45,25	36,78
	23. 9.	33,50	34,30	41,10	32,30	30,90	35,50
	18. 10.	37,38	29,40	34,53	32,97	31,86	26,80
Gesamtzucker g/Pfl.	15. 9.	25,55	19,68	20,28	20,45	17,55	16,55
	23. 9.	22,25	16,70	25,22	14,15	10,81	15,61
	18. 10.	25,60	13,45	21,69	14,07	9,78	10,77
Reduzierende Zucker mg/g F	15. 9.	33,70	30,45	28,30	30,60	38,87	33,10
	23. 9.	27,10	30,90	34,70	27,80	27,40	30,50
	18. 10.	32,95	26,10	31,25	28,66	26,70	24,35
Reduzierende Zucker g/Pfl.	15. 9.	21,50	16,40	16,98	18,35	15,08	14,90
	23. 9.	18,00	15,05	21,30	12,18	9,58	13,42
	18. 10.	22,57	11,95	19,63	12,23	8,20	9,79

F = Frischsubstanz

Im Gehalt an Trockensubstanz sind signifikante Unterschiede nur zwischen den von *C. beticola* befallenen und den pilzfreien Pflanzen festzustellen. Der allgemeine Anstieg der Werte mit fortschreitender Jahreszeit ist, wie die Resttrockensubstanzzahlen zeigen, auf zunehmendes Abwelken zurückzuführen. Daß die Erhöhung der Werte für den Gehalt an Trocken-

substanz der letzten Untersuchung am 18. Oktober bei den beiden *C. beticola*-Befallsgruppen und unter diesen wiederum bei den besonders pilzanfälligen, spät mit Virus infizierten Rüben sehr beträchtlich ist, dürfte jedoch auf eine Verstärkung der Alterungsfolgen durch infektionsbedingte Nekrosen zurückzuführen sein. Die je Einzelpflanze berechneten Blatt-Trockensubstanzerträge, die bei den normalen und den nur spät virusinfizierten Pflanzen vom 23. September bis zum 18. Oktober noch beträchtlich zugenommen haben, sind in der gleichen Zeit bei den übrigen Infektionsgruppen mehr oder weniger, am stärksten bei den früh vergilbungsinfizierten und pilzbefallenen noch gesunken. Die virusbedingte Assimilatstauung in der Blattspreite ist im Prozentgehalt des Gesamtblattes sowohl an reduzierendem als auch an Gesamtzucker am 15. September nur bei der y-früh + *C. b.*-Gruppe, am 23. September nur bei den y-spät-Pflanzen durch leicht erhöhte Werte zum Ausdruck gekommen. In allen anderen Fällen war der prozentuale Zuckergehalt der infizierten Pflanzen aller drei Formen niedriger als derjenige der nicht infizierten. Während die Gehaltswerte für reduzierende und nicht reduzierende Zucker bei den Kontroll- und spät virusinfizierten Pflanzen an allen Untersuchungsterminen im wesentlichen konstant blieben, zeigten sie bei den y-früh-Pflanzen und bei den *C. beticola*-Gruppen, besonders bei gleichzeitigem Virusbefall einen deutlichen Rückgang. Dementsprechend nahmen die auf die Einzelpflanze berechneten Blattzuckermengen zwischen dem 15. September und 18. Oktober bei diesen Gruppen in gleichem Grade ab, bei den erstgenannten sogar noch etwas zu.

Die drei Infektionsarten haben den Anfall an Trockensubstanz und Zucker in der Blattmasse in spezifischer Weise reduziert, die Infektion der Rüben nur mit *C. beticola* für beide Faktoren (Trockensubstanz und Zucker) etwa in gleichem Umfange wie die frühe Virusinfektion; die späte Virusinfektion hat auf diese Blattertrags-Komponenten den geringsten Einfluß gehabt. Bei Zusammentreffen von Virus- und *C. beticola*-Befall sind jedoch die stärksten Verluste entstanden, die bei der y-früh + *C. b.*-Gruppe für Trockensubstanz 52,5 %, für Zucker sogar 61,8 % des Normalertrages ausmachten.

c) N-Stoffwechsel des Zuckerrübenblattes

Nach den analytischen Befunden an dem am 26. August entnommenen typischen Blattmaterial enthielten die Blattspreiten der von *C. beticola*, Vergilbungsvirus und beiden Krankheitserregern befallenen Rübenpflanzen weniger löslichen (LN) und nichtlöslichen (EN) Stickstoff, die zugehörigen Blattstiele dagegen mehr löslichen Stickstoff als die normalen Vergleichs-Blattorgane (Tabelle 6).

Der Protein-N-Gehalt der Blattstiele hatte sich nur bei den allein von *C. beticola* befallenen Blättern erniedrigt, bei Vergilbungs- und Doppelinfektion war jedoch keine eindeutige Veränderung gegenüber der Norm festzustellen.

Die Gehaltsunterschiede zwischen den vier Pflanzengruppen waren beim EN relativ größer als beim LN; die Werte der nichtlöslichen Fraktion

Tabelle 6

Stickstoff-Gehalt normaler, vergilbungskranker, *Cercospora*-befallener und doppelt infizierter Zuckerrüben-Blätter

(Mittelwerte von je 20 typischen Einzelblättern der Sorten „Kleinwanzlebener N" und „Kleinwanzlebener Polybeta")

		n	*C. b.*	y	y + *C. b.*
Lösl. N mg/g Frischgewicht-	Spreite	1,628	1,374	1,118	1,371
	Stiel	0,394	0,428	0,474	0,499
	Gesamt-Blatt	0,810	0,818	0,776	0,905
Lösl. N. in % d. Gesamt-N-	Spreite	22,28	22,90	28,81	34,10
	Stiel	35,62	42,08	40,59	40,60
	Gesamt-Blatt	25,41	26,78	31,78	31,89
Nichtlösl. N. mg/g Frischgewicht-	Spreite	5,674	4,590	2,764	3,322
	Stiel	0,704	0,588	0,692	0,729
	Gesamt-Blatt	2,378	2,237	1,665	1,935
Protein-Ertrag je Pflanze in g	Spreite	6,17	5,25	3,85	3,22
	Stiel	1,51	0,96	1,09	0,81
	Gesamt-Blatt	7,68	6,21	4,94	4,03
Blatt-Protein-Ertrag relativ		100	80,8	64,4	52,4

Entnahme: 25. August 1954

n = normal
y = vergilbungskrank
C. b. = *Cercospora*-befallen

schwankten für die Spreite, die der löslichen für den Stiel stärker. Auch der Grad der gruppenspezifischen Abweichung von den Werten der normalen Pflanzen ist je nach Blattorgan und N-Fraktion verschieden. Die y-Pflanzen zeigten stärkste Abnahme des EN-Gehaltes in der Spreite.

Die Abweichungen, die die vergilbungskranken Blattorgane im N-Gehalt gegenüber normalen Pflanzen aufweisen, entsprechen voll unseren früheren Befunden (21); die virusbedingte Zunahme der LN-Fraktion in den Blattstielen bei praktisch unverändertem EN-Gehalt kann als weitere Stütze der a.a.O. (21) vertretenen Auffassung von einer verstärkten N-Ableitung aus virusinfizierten Blättern gelten.

Der *Cercospora*-Befall beeinflußt nach den Ergebnissen dieser Untersuchung den N-Stoffwechsel des Rübenblattes grundsätzlich in gleicher Weise wie die Virusinfektion: Verminderung des LN- und EN-Gehaltes der Spreite bei Anstieg des relativen LN-Anteils am Gesamt-N, Steigerung des LN-Gehaltes der Blattstiele bei unverändertem EN-Gehalt. Während beim viruskranken Blatt das Sinken des EN-Gehaltes in der Spreite und die Zunahme des LN im Stiel auf eine gesteigerte Proteolyse zurückzuführen ist, können die gleichen Erscheinungen nach *Cercospora*-Infektion sowohl Folgen des Eiweiß-Abbaus in den nekrotisch gewordenen Blattflecken sein, als auch auf einen unmittelbaren Verbrauch von Blattprotein durch den Parasiten zurückgehen (3). Wahrscheinlich sind beide Vorgänge daran beteiligt. Trotz der gleichsinnigen Wirkung von Virus- und Pilzinfektion auf den N-Stoffwechsel sind, wie die Tabelle zeigt, bei den doppelinfizierten

Blättern die Abweichungen im N-Gehalt nicht größer, sondern sogar etwas geringer als bei den nur virusinfizierten Pflanzen. Der Mehrgehalt der doppeltinfizierten Spreiten gegenüber den nur vergilbungskranken, etwa 0,5—0,6 mg je g Frischsubstanz, könnte darin seine Ursache haben, daß außer dem blatteigenen Protein-N auch solcher aus dem Pilzmyzel, der ja bei der Untersuchung nicht abzutrennen war, mit erfaßt wurde. Das gleiche gilt auch für die nur pilzbefallenen Pflanzen, die den schwächsten Grad der EN-Depression zeigen. In beiden Fällen wäre also der wahre Verlust größer, als er durch die Gehaltswerte ausgewiesen wird.

Auch der LN-Gehalt der Blattspreiten ist bei beiden pilzbefallenen Gruppen weniger herabgesetzt als bei den nur virusinfizierten Pflanzen. Ob dieser Mehrgehalt gegenüber den vergilbungskranken Blättern ebenfalls auf Miterfassung löslichen Stickstoffs aus Pilzmyzel bzw. Pilzsporen beruht oder, was der Größenordnung der Differenz nach wahrscheinlicher sein dürfte, auf eine verstärkte Eiweiß-Hydrolyse durch Pilzbefall zurückzuführen ist, läßt sich nicht entscheiden.

Bei Errechnung der für das Gesamtblatt geltenden prozentualen Werte aus den Gehaltszahlen für Spreite und Stiel gleichen sich die Unterschiede, ähnlich wie beim Kohlenhydratgehalt zwischen normalen und befallenen Blättern, vermutlich infolge der auch für diese Faktoren gegensätzlichen Reaktion beider Blattorgane, teilweise aus. Dies ist beim löslichen Stickstoff in höherem Maße der Fall als beim nichtlöslichen. Trotz dieses Ausgleichs bleibt bei den befallenen Blättern ein Mindergehalt an EN bestehen, der bei den virusinfizierten am größten, bei den pilzbefallenen am kleinsten ist.

Die Ergebnisse der Untersuchungen der aus dem Feldinfektionsversuch an verschiedenen Terminen entnommenen ganzen Pflanzen lassen sich mit den angegebenen Resultaten, die an ausgesuchten „typischen" Einzelblättern gewonnen worden waren, nicht ohne weiteres vergleichen, weil in diesem Falle Mischproben aus ganzen Blattschöpfen und ohne Trennung von Stiel und Spreite untersucht wurden. Da bei den befallenen Pflanzen außer den Blättern mit den spezifischen Befallssymptomen auch ein großer Anteil normaler Blätter an der untersuchten Mischprobe beteiligt war, konnten schon aus diesem Grunde nur geringere Differenzen erwartet werden. Die Analysen-Ergebnisse sind in Tabelle 7 wiedergegeben.

Der Einfluß der Virusinfektion auf den N-Haushalt des Rübenblattes zeigt sich auch an diesem Material in voller Übereinstimmung mit allen vergleichbaren früheren Erfahrungen in einer Erniedrigung des Gehaltes sowohl an LN und qualitativ noch stärker an EN. Schwankungen der Einzelwerte an den verschiedenen Entnahmeterminen und Unterschiede zwischen den früh- und spätinfizierten Pflanzen sind auf Differenzen in der Symptom-Ausprägung und auf wechselnde Stärke der Blattneubildung zurückzuführen. Der Pilzbefall hat den LN nicht merklich beeinflußt, den Gehalt an EN herabgesetzt, jedoch wesentlich schwächer als die Virusinfektion. Die von Virus und Pilz befallenen Blätter zeigten, besonders in der zeitlich spätesten Untersuchung, beim LN leicht, beim EN stärker erhöhte Werte.

Tabelle 7
Stickstoffgehalt des Gesamtblattes (Spreite und Stiel)

		n	*C. b.*	y früh	y spät	y früh + *C. b.*	y spät + *C. b.*
Lösl. N mg/g F	14. 9.	0,710	0,772	0,692	0,583	0,832	0,815
	23. 9.	0,771	0,723	0,681	0,685	0,629	0,706
	18. 10.	1,118	1,040	0,840	0,994	1,389	1,213
	Mittel	0,866	0,845	0,738	0,754	0,950	0,911
Lösl. N in % d. Gesamt-N	14. 9.	20,71	26,68	24,51	23,68	22,60	22,72
	23. 9.	21,98	21,05	23,53	21,95	18,17	20,31
	18. 10.	29,30	29,50	27,00	28,00	30,00	27,90
	Mittel	24,00	25,74	25,01	24,54	23,59	23,64
Nichtlösl. N mg/g F	14. 9.	2,718	2,123	2,130	1,882	2,845	2,772
	23. 9.	2,737	2,710	2,210	2,434	2,838	2,739
	18. 10.	2,700	2,490	2,268	2,562	3,245	3,140
	Mittel	2,718	2,441	2,203	2,293	2,976	2,884

n = normal
y = vergilbungskrank
C. b. = *Cerccospora*-befallen
F = Frischgewicht

Während alle übrigen Resultate im wesentlichen den Feststellungen vom „typischen" Blattmaterial entsprechen, steht der sich sowohl bei Bezug auf Frisch- als auch auf Trockensubstanz manifestierende Mehrgehalt an Protein-Stickstoff dazu im Widerspruch. Für das abweichende Verhalten sind mehrere Gründe möglich. Außer der oben schon diskutierten Vortäuschung eines höheren Blatt-EN-Gehaltes durch die Miterfassung pilzlichen Proteins können sowohl die durch die Stiel-Reduktion bedingte quantitative Verschiebung der Relation der beiden Blattorgane zugunsten der wesentlich eiweißreicheren Spreite als auch — und dies dürfte wahrscheinlicher sein — ein durch Zerstörung der alten Blätter und Neuaustrieb bewirkter größerer Anteil jungen Blattgewebes mit höherem Protein-Gehalt Ursache dieses Verhaltens sein.

Beim Vergleich der an den verschiedenen Blattentnahmeterminen gewonnenen Analysenwerte zeigte sich für alle Pflanzengruppen eine wohl jahreszeitlich bedingte deutliche Erhöhung des LN bei der letzten Ernte. Einer allgemeinen Konstanz des EN-Gehaltes steht lediglich bei den spät-y-infizierten Blättern eine stetige Zunahme und bei den doppelt-befallenen Pflanzen eine Steigerung der Werte bei der letzten Untersuchung entgegen.

Obgleich die mittleren Gehaltszahlen der sechs verschiedenen Pflanzengruppen anscheinend nur ziemlich geringfügig differieren, ergeben sich doch bei Berechnung der auf die Einzelpflanze entfallenden N-Menge sehr beträchtliche Unterschiede, die beim LN weniger groß sind als bei der nichtlöslichen Fraktion (Tabelle 8), der auch hinsichtlich des wirtschaftlichen Wertes der Blätter besondere Bedeutung zukommt. Wenn auch aus den Blattuntersuchungen nicht unmittelbar auf den Futterwert des Rübenblattes

Tabelle 8
Blatt-Stickstoff- und Protein-Mengen je Pflanze

		n	*C. b.*	y früh	y spät	y früh + *C. b.*	y spät + *C. b.*
Lösl. N mg/Ges. Blatt ...	14. 9.	453	463	372	351	323	367
	23. 9.	512	317	332	427	220	311
	18. 10.	766	444	385	624	426	487
	Mittel	574	412	365	463	331	393
Nichtl. N mg/Ges.-Blatt..	14. 9.	1733	1275	1145	1130	1104	1248
	23. 9.	1816	1187	1075	1495	993	1205
	18. 10.	1850	1063	1039	1610	996	1262
	Mittel	1800	1191	1089	1409	1035	1243
Protein g/Ges.-Blatt	14. 9.	10,83	7,96	7,16	7,06	6,90	7,79
	23. 9.	11,35	7,44	6,72	9,34	6,20	7,52
	18. 10.	11,57	6,64	6,48	10,05	6,22	7,86
	Mittel	11,24	7,45	6,79	8,80	6,37	7,75
Protein/Ges.-Blatt relativ	14. 9.	100	73,4	66,0	65,2	63,7	71,9
	23. 9.	100	65,5	59,2	82,2	54,6	66,2
	18. 10.	100	57,4	56,0	86,8	53,7	67,9

in landwirtschaftlichem Sinne geschlossen werden kann, da dieser in erheblichem Umfange durch die Rübenanteile (Köpfe) bestimmt wird, so sind doch die im Blatt enthaltenen N-Mengen wichtig, da der Eiweißgehalt des ganzen Futtermittels im wesentlichen von dem im eigentlichen Blatt enthaltenen Protein abhängt. Die durch die Einzelinfektion verursachten Verluste sind, wie Tabelle 8 zeigt, schon recht beträchtlich und werden infolge des gleichzeitigen Befalls durch Virus und Pilz noch erheblich gesteigert. Die Verlustzahlen stellen in dieser Höhe naturgemäß keine Normen dar, sondern haben nur für die Befalls- und Wachstumsbedingungen dieses Versuches Geltung; sie zeigen jedoch die prinzipielle Reaktion der Pflanze auf den Einzelbefall durch Virus und Pilz und deren Zusammentreffen. Die Gunst bzw. Ungunst der jeweiligen Bedingungen für Pilzausbreitung, Virus-Vermehrung und Regenerationsvermögen der Pflanze werden das absolute Maß der Verluste in weiten Grenzen variieren lassen. Die Eiweißverluste sind dementsprechend auch bei den verschiedenen Ernteterminen nicht gleich hoch. Während bei den normalen Pflanzen und noch stärker ausgeprägt bei den spät-y-infizierten der Eiweiß-Ertrag vom ersten bis zum letzten Erntetermin zunimmt, bleibt er in der gleichen Zeit bei später y + *C. b.*-Infektion gleich und geht bei den übrigen Befallsformen, besonders bei dem erst gegen Ende der Vegetationszeit zum vollen Ausbruch kommenden *Cercospora*-Befall nichtviruskranker Pflanzen sogar noch zurück. An den in Tabelle 8 wiedergegebenen Relativwerten der Blatteiweißmengen je Pflanze läßt sich die fortschreitende Blattzerstörung bei den Gruppen *C. b.*, y-früh und y-früh + *C. b.* ebenso deutlich ablesen wie die Blattregeneration bei den spät mit Virus und zusätzlich mit *Cercospora beticola* infizierten Rüben. Schließlich sei noch bemerkt, daß die aus diesen

drei Untersuchungen errechneten mittleren Eiweiß-Verlust-Werte auffällig gut mit den analogen Zahlen der Einzelblatt-Analyse übereinstimmen. Die einzige Ausnahme bieten charakteristischerweise die nur pilzinfizierten Pflanzen, die an diesem frühesten Untersuchungstermin erst schwachen Befall zeigten.

3. Untersuchungen an Rüben

a) Rübengewicht und Verhältnis zur Blattentwicklung. Die Rüben der am 14. und 24. September aus dem Feldversuch entnommenen Proben von fünf typischen Pflanzen je Parzelle entsprechen im allgemeinen größenmäßig ziemlich gut dem aus der Gesamternte am 18. Oktober errechneten Mittelwert, wie aus der Übersicht in Tabelle 9 hervorgeht. Nur aus den spät mit Virus und aus den spät mit Virus und Pilz infizierten Parzellen sind sichtlich Pflanzen ausgewählt worden, die im Rübengewicht den Durchschnitt erheblich überschreiten. Daß die Übereinstimmung bei den virusfreien Parzellen wesentlich besser ist als bei den spät infizierten, bestätigt die Erfahrung (22) über die Steigerung der Ertrags-Variabilität durch den Vergilbungsbefall. Die geringe Zahl der

Tabelle 9

Ergebnisse der Rübenuntersuchungen

		n	*C. b.*	y früh	y spät	y früh + *C. b.*	y spät + *C. b.*
Rübe g	14. 9.	463	400	288	488	325	413
	24. 9.	474	422	283	485	260	438
	18. 10.	486	444	269	398	248	320
Blatt: Rübe	14. 9.	1,379	1,500	1,869	1,230	1,195	1,090
	24. 9.	1,398	1,038	1,725	1,195	1,345	1,255
	18. 10.	1,410	0,962	1,703	1,578	1,238	1,253
Trockensubstanz %	14. 9.	22,90	20,97	20,11	18,35	21,31	22,61
	24. 9.	22,65	20,60	21,06	20,00	20,91	21,41
	18. 10.	23,33	23,67	22,42	22,32	21,63	21,85
Trockensubstanz g/Rübe	14. 9.	108,3	83,8	57,9	89,6	69,3	93,4
	24. 9.	107,3	87,0	59,6	97,0	54,4	93,8
	18. 10.	113,5	105,0	60,3	88,8	53,6	69,9
Saccharose %	14. 9.	14,32	13,35	12,15	11,05	13,19	14,15
	24. 9.	13,91	14,24	13,45	12,04	12,60	13,10
	18. 10.	16,15	15,81	15,61	15,76	15,01	14,98
Saccharose g/Rübe	14. 9.	66,1	53,4	35,0	53,9	42,9	58,4
	24. 9.	66,0	60,1	38,1	58,4	32,8	57,4
	18. 10.	78,5	70,2	42,0	62,8	37,2	47,9
Reduzierende Zucker mg/g F	14. 9.	7,54	6,78	9,04	6,46	6,07	6,72
	24. 9.	7,32	8,93	7,86	7,97	7,58	8,02
	18. 10.	6,69	10,02	8,15	11,20	14,91	11,74
Reduzierende Zucker % Gesamtzucker	14. 9.	5,00	4,48	6,92	5,52	4,40	4,53
	24, 9.	5,00	5,91	5,52	6,21	5,68	5,78
	18. 10.	4,14	6,33	5,21	7,10	9,94	7,84

an den beiden ersten Terminen geernteten Rüben schließt naturgemäß alle Folgerungen über Zuwachsgröße usw. vollständig aus.

Die an gut ausgewählten Pflanzen ermittelten Gewichtsbeziehungen zwischen Blatt- und Rübenmasse dürfen dagegen sowohl für die Pflanzengruppe als auch den Erntetermin als spezifisch angesehen werden, wie dies auch aus der Konstanz des errechneten Quotienten für die normalen Pflanzen hervorgeht. Die früh-y-infizierten Pflanzen, die bereits am 14. September, dem ersten Entnahmetermin, stark durchgetrieben hatten, zeigten deutlich die bekannte Relationsverschiebung zugunsten des Blattes. Bei den spät-y-infizierten Pflanzen macht sich die maximale Virus-Symptomausprägung, verbunden mit umfangreichen Blattnekrosen, an den ersten beiden Ernten durch einen stark erniedrigten Quotienten ebenso kenntlich wie der Wiederaustrieb bei der Schlußernte durch einen ebenso deutlichen Anstieg dieses Wertes. Der gegenüber der Norm erhöhte Blatt-Rübe-Quotient der virusfreien *C. b.*-Pflanzen zeigt, daß der Pilzbefall im ersten Stadium das Wurzelwachstum stärker hemmt als die Blattentwicklung. Die mit zunehmender Ausbreitung des Pilzes rasch voranschreitende Blattzerstörung wird an dem schnellen Sinken des Quotienten deutlich. Bei den mit Virus und Pilz infizierten Pflanzen ist die Verringerung der Blattmasse durch die stärkere und zeitlich frühere Pilzentwicklung bereits am ersten Entnahmetermin eingetreten und erfährt bis zum Abschluß des Versuches durch Neuaustrieb nur noch einen schwachen Ausgleich.

b) Der prozentuale Trockensubstanz- und Zuckergehalt der Rüben war bei den virus- und den pilzinfizierten Pflanzen an allen Untersuchungsterminen im Vergleich zu den Kontrollen deutlich vermindert. Auffällig sind die besonders niedrigen Werte der spät-y-infizierten Pflanzen an den beiden ersten Untersuchungsterminen, sie entsprechen jedoch der um diese Zeit sehr starken Ausprägung der Virus-Symptome und auch der gleichzeitigen und durch den Quotienten Blatt—Rübe deutlich werdenden Reduzierung des Blattsystems. Umgekehrt geht der nicht nur absolut, sondern auch relativ starke Anstieg des Zuckergehaltes in dieser Gruppe vom 24. 9. bis zum 18. 10. einem ebenfalls an der Blatt-Rüben-Gewichtsrelation ablesbaren Wiederaustrieb parallel, der sich unter den Witterungsbedingungen des Versuches noch auf die Reservestoff-Speicherung in der Rübe auszuwirken vermochte. Die für den letzten Untersuchungstermin angegebenen Zuckergehaltswerte sind die mittleren Polarisationswerte der Sorte „Kleinwanzleben E“, die von dem Laborwagen des Instituts für Zuckerrüberforschung in Göttingen ermittelt wurden. Nach diesen Werten ist der zunächst sehr niedrige Zuckergehalt in den letzten Wochen noch erheblich gestiegen.

Die Reaktion der doppelt infizierten Pflanzen bezüglich des Trockensubstanz- und Zuckergehaltes der Rüben ist bei der ersten Entnahme schwächer, bei der zweiten etwa gleich stark und erst bei der letzten Untersuchung eindeutig stärker als bei den Einzelinfektionen. Die Menge der reduzierenden Substanzen und ihr Anteil an dem Gesamtzucker (Gesamt-

Reduktion) waren in allen Infektions-Gruppen, besonders deutlich bei den doppelt befallenen Pflanzen erhöht.

Bei Umrechnung des Zuckergehaltes auf das Rübengewicht ergeben sich, wie Tabelle 9 zeigt (Zucker, g je Rübe), beträchtliche Differenzen in der Zuckerspeicherung in den unterirdischen Pflanzenteilen, die vor allem bei Abschluß des Versuches, eine deutliche Gesetzmäßigkeit erkennen lassen. Den geringsten Zuckerverlust hat unter den Versuchsbedingungen die *Cercospora*-Infektion ohne Virus verursacht; die Kombination beider Schäden hat die durch die Vergilbung bedingten Schäden erheblich verstärkt. Daß dies bei der ersten Entnahme nicht in Erscheinung tritt, liegt daran, daß, wie die Rübengewichte zeigen, für diese Gruppen zufällig nur Plusvarianten gewählt wurden.

c) Auch im S t i c k s t o f f g e h a l t d e r R ü b e n ergeben sich nach Infektionsgruppe und Entnahmetermin deutliche Unterschiede (Tab. 10). Der LN-Gehalt war bei den früh infizierten Rüben am ersten Entnahmetermin niedriger, am zweiten etwa gleich hoch wie bei den Kontrollen; die spät-y-infizierten Rüben zeigten dagegen bei der frühesten Probe deutlich erhöhte Werte. Diese Reaktion steht insofern in Korrelation zur Virus-Symptom-Ausprägung und zum Grade der Blattregeneration, als starken Symptomen ein hoher, schwachen Vergilbungsmerkmalen und stärkerer Blattneubildung ein relativ niedriger LN-Gehalt entspricht. Diese Beziehungen stützen neben anderen Feststellungen die schon früher vertretene Auffassung, daß eine virusbedingte Steigerung des löslichen und damit auch des schädlichen Stickstoffs in der Rübe wesentlich auf die proteolytischen Vorgänge im vergilbten Blatt zurückgeht.

Die Rüben der nur von *C. b.* befallenen Pflanzen enthielten an beiden Untersuchungsterminen mehr löslichen N als die normalen Pflanzen. Noch wesentlich stärker hat sich die Doppelinfektion in gleicher Weise ausgewirkt; dabei war auch hier die Erhöhung des LN bei der früh virusinfizierten Gruppe (früh-y + *C. b.*) am ersten, bei der spät infizierten am zweiten Entnahmetermin am größten, also wieder in Übereinstimmung zu Symptomgrad und Blattregeneration, obgleich letztere wesentlich schwächer war als bei den nur mit Virus infizierten Pflanzen. Auf diesen Umstand sowie auch auf den stärkeren *Cercospora* - Befall der virusinfizierten Pflanzen dürfte es zurückzuführen sein, daß die Unterschiede gegenüber den normalen Pflanzen erheblich höher, die Unterschiede zwischen früh- und spätinfizierten jedoch geringer sind.

Bei Berechnung des LN auf Gesamt-N und Zuckergehalt treten die genannten Unterschiede zwischen den einzelnen Pflanzengruppen noch deutlicher hervor.

Die bei der Aberntung des ganzen Versuches durch den Laborwagen nach der Methode von STANEK und PAVLAS (20) ermittelten Werte für den schädlichen Stickstoff, der nur einen Teil der bei den übrigen Untersuchungen bestimmten löslichen N-Fraktion umfaßt, wiesen nur für die Rüben der *C. b.* + y-Pflanzen der Sorte „Kleinwanzleben E“ deutlich erhöhte Zahlen auf.

Tabelle 10
N-Gehalt der Rüben

		n	*C. b.*	y früh	y spät	y früh + *C. b.*	y spät + *C. b.*
Lösl. N mg/g F	14. 9.	0,500	0,689	0,463	0,676	0,817	0,864
	24. 9.	0,528	0,655	0,531	0,533	0,882	0,674
	Mittel	0,514	0,672	0,497	0,604	0,850	0,769
Lösl. N % Gesamt-N	14. 9.	33,60	38,39	30,80	38,60	40,60	44,00
	24. 9.	33,68	39,65	35,22	37,37	42,09	37,10
	Mittel	33,64	39,02	33,01	37,98	41,34	40,55
Lösl. N mg/g DZ	14. 9.	3,49	5,17	3,81	6,12	6,20	6,11
	24. 9.	3,79	4,60	3,95	4,43	7,00	5,14
	Mittel	3,64	4,88	3,88	5,28	6,60	5,62
Nichtlösl. N mg/g F	14. 9.	0,992	1,107	1,042	1,073	1,194	1,100
	24. 9.	1,040	0,996	0,978	0,894	1,214	1,145
	18. 10.	1,242	0,976	1,107	1,029	1,230	1,207
	Mittel	1,091	1,030	1,042	0,998	1,212	1,150
Schädl. N mg/100 g Brei Sorte E		34,11	30,81	32,96	32,25	36,29	38,96
Mittel aller Sorten		33,56	37,24	35,18	35,83	36,40	38,17
Schädl. N mg/100% Pol. E		0,211	0,195	0,211	0,205	0,241	0,260
Schädl. N mg/100% Mittel aller Sorten		0,202	0,231	0,222	0,225	0,238	0,250

F = Frischgewicht
DZ = Saccharose
Pol = Polarisation

Die aus allen Einzeldaten aller drei Sorten errechneten Mittelwerte entsprechen jedoch weitgehend den an den Einzelproben festgestellten Werten für den löslichen N und lassen deutlich die stärkere Veränderung auch dieser Komponente durch den Pilz und besonders durch den kombinierten Befall erkennen.

Im Vergleich zum löslichen Stickstoff weist die durch Tannin fällbare N-Fraktion eine wesentlich geringere Variabilität auf. Lediglich die Rüben der mit Vergilbungs-Virus und *C. b.* infizierten Pflanzen enthielten deutlich mehr EN als die Vergleichspflanzen. Hieraus ergibt sich, daß erstens die an den gleichen Rüben festgestellte Erhöhung des LN-Gehaltes nicht auf Kosten des EN erfolgt ist, etwa durch Hemmung der Eiweiß-Synthese als Folge ungenügender Kohlenhydratsversorgung der Wurzel, daß vielmehr die Zunahme des LN in der Rübe mit viel größerer Wahrscheinlichkeit auf eine verstärkte N-Ableitung aus den Blättern zurückgeführt werden kann, und daß zweitens die Resynthese eines Teiles dieser Proteolyse-Produkte zu Protein in der Rübe möglich ist.

Ergebnisse der Versuchsernte

Die Ernte des gesamten Versuchs erfolgte am 18. 10. 1954, nachdem zuvor der Fehlstellenanteil für jedes Versuchsglied und jede der drei Rübensorten festgestellt worden war. Die Rüben wurden von Hand gerodet und mit der Sichel geköpft, das Blatt mittels Feld-Dezimalwaage gewogen und die Rüben jeder Parzelle gezählt. Die Untersuchungen auf Rübengewicht, Zuckergehalt der Rüben (polarimetrisch), lösliche Asche (Leitfähigkeit), schädlichen Stickstoff (kolorimetrisch), Trockensubstanzanteil im Rübenbrei und Rübenblatt wurden vom Laborwagen des Instituts für Zuckerrübenforschung, Göttingen, durchgeführt.

Die unter vorheriger Berücksichtigung der Fehlstellen berechneten Durchschnittserträge der sechs Wiederholungen jedes Versuchsgliedes sind in Tabelle 11 zusammengestellt. Die Kontrollparzellen entsprechen in ihrem Rübenertrag nicht den Ernten, die im Kreis Grevenbroich üblicherweise erzielt werden, was auf die schon eingangs erwähnte wenig günstige Bodenstruktur des Versuchsstücks zurückgeführt werden kann. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß auch die Randreihen mitgeerntet werden mußten, obwohl die einzelnen Parzellen unmittelbar aneinander grenzten und so eine gewisse gegenseitige Beeinflussung nicht von der Hand zu weisen ist. Nach den Ergebnissen der Feldbonitierungen ist dieser Einfluß jedoch nicht sehr groß gewesen.

Infolge der relativ geringen Erträge in den Kontrollparzellen, die auf nicht optimale Wachstumsvoraussetzungen hindeuten, haben wir auf eine vergleichende Beurteilung der drei untersuchten Sorten hinsichtlich der Krankheitsschäden verzichtet. Der Rübenertrag ist bei der „Polybeta“ in den meisten Fällen niedriger als bei den anderen Sorten, während sie im Zuckergehalt (Polarisation) meist an der Spitze liegt; dies entspricht den in den letzten Jahren im Versuchsgebiet gesammelten Erfahrungen. Für die volle Leistung der spät reifenden Sorten „E“ und „Polybeta“ kann im Jahre 1954 die zur Verfügung stehende Vegetationszeit von 189 Tagen zu kurz gewesen sein. Wir haben daher die einzelnen Sorten in den Versuchsgliedern nicht variationsstatistisch gesichert, sondern für das Versuchsproblem für jedes Versuchsglied ein Sortenmittel berechnet (Tabelle 12).

Diesen Ergebnissen ist zu entnehmen, daß die

frühe Virusinfektion einen Minderertrag an Rüben von 44 %,
späte Virusinfektion einen Minderertrag an Rüben von 20 %,
späte *C. b.*-Infektion einen Minderertrag an Rüben von 13,5 %

gegenüber der Kontrolle erbrachte. Diese Werte entsprechen vielfach gemachten Erfahrungen, so daß ihre statistische Sicherung nicht erforderlich ist. Auch die übrigen wirtschaftswichtigen Eigenschaften der Rübe wurden entsprechend früheren Erfahrungen verschlechtert. Da es in diesem Versuch weniger um die durch die einzelnen Infektionen verursachten Schädigungen ging, sondern um den Einfluß der *C. b.* bei den unter verschiedenen

Tabelle 11

Ernteergebnisse des Infektionsversuchs Wevelinghoven 1954

	Rüben			Blatt		Rüben und Blatt	Zucker		Asche	schädl. N
	Sorte	Pflanzen je ha	dz/ha	dz/ha	Trockensubstanz %	dz/ha	% Pol.	dz/ha	%	mg in 100 g
Kontrolle	Poly	70 600	345,47	446,77	13,18	792,24	16,68	57,57	0,483	31,63
	N	70 450	337,87	478,46	13,25	816,33	16,88	57,01	0,448	34,93
	E	69 450	337,71	475,55	12,85	813,26	16,15	54,43	0,516	34,11
Frühe Vergilbung 15. 6.	Poly	68 450	182,85	368,23	12,83	551,08	16,17	29,46	0,512	35,96
	N	70 450	195,23	377,98	13,82	573,21	15,86	30,91	0,532	36,63
	E	72 250	194,22	330,86	12,60	525,08	15,61	30,25	0,533	32,96
Späte Vergilbung 14. 7.	Poly	67 850	252,15	356,55	13,10	608,70	16,06	40,37	0,487	36,10
	N	70 600	283,07	403,94	13,20	687,01	15,91	44,99	0,491	39,13
	E	71 050	282,28	446,43	11,85	728,71	15,76	44,56	0,501	32,25
Cercospora beticola 23. 7.	Poly	65 500	278,35	264,89	13,88	543,24	16,23	45,21	0,481	45,21
	N	70 650	295,20	269,05	13,95	564,25	16,26	47,96	0,471	35,70
	E	69 700	309,59	297,49	14,00	607,08	15,81	48,99	0,462	30,81
Frühe Vergilbung und *Cercospora beticola*	Poly	68 300	146,97	237,51	12,98	384,48	15,48	22,76	0,537	32,50
	N	68 100	170,75	227,02	12,40	397,77	15,36	26,23	0,552	40,42
	E	70 250	174,04	215,69	13,60	389,73	15,01	26,18	0,569	36,29
Späte Vergilbung und *Cercospora beticola*	Poly	66 800	223,99	222,06	13,35	446,05	15,40	34,49	0,504	36,08
	N	69 750	247,28	225,86	14,03	473,14	15,38	38,04	0,482	39,46
	E	70 250	224,26	282,08	11,88	506,34	14,98	33,63	0,513	38,96

Tabelle 12

Sortenmittel des Infektionsversuchs Wevelinghoven 1954

	Ohne y-Infektion		Frühe y-Infektion		Späte y-Infektion	
	Kontrolle	Infiziert mit *C.b.*	—	Infiziert mit *C.b.*	—	Infiziert mit *C.b.*
Rüben dz/ha	340,35	294,38	190,77	163,92	272,50	231,84
Sicherungswert		0,75		1		1
Ertragsdiff. gegenüber Kontrolle %	—	—13,51	—43,50	—51,84	—19,93	—31,88
Ertragsdiff. durch *C. b.* in %		—13,51	—	—14,02	—	—14,21
Blatt dz/ha	466,93	277,14	359,02	226,74	402,31	243,33
Sicherungswert		1		1		1
Ertragsdiff. gegenüber Kontrolle %		—40,64	—23,11	—51,44	—13,84	—47,89
Ertragsdiff. durch *C. b.* in %		—40,64		—36,84		—39,52
Rüben und Blatt dz/ha	807,28	571,52	549,79	390,66	674,81	475,18
Ertragsdiff. gegenüber Kontrolle %		—29,20	—31,89	—51,61	—16,40	—41,13
Ertragsdiff. durch *C. b.* in %		—29,20		—28,94		—29,58
Polarisation %	16,57	16,10	15,88	15,28	15,91	15,25
Sicherungswert		0,50		1		0,75
Diff. zu Kontrolle in % Polarisation	—	—0,47	—0,69	—1,29	—0,66	—1,32
Diff. durch *C. b.* in % Polarisation		—0,47		—0,60		—0,66
Zucker dz/ha	56,34	47,39	30,21	25,06	43,31	35,39
Minderertrag gegenüber Kontrolle in %		—15,88	—46,38	—55,52	—23,12	—37,18
Minderertrag durch *C. b.* in %		—15,88		—17,05		—18,29
lösliche Asche %	0,482	0,471	0,526	0,552	0,493	0,499
Schädlicher N mg/100 g	33,56	37,24	35,18	36,40	35,83	38,17

y = Vergilbung
C. b. = *Cercospora beticola*

Vergilbungsbedingungen stehenden Parzellen, verglichen wir zusätzlich in besonderen Spalten noch folgende Versuchsglieder:

Kontrolle gegen *C. b.*-Infektion,
Frühvergilbung gegen Frühvergilbung + *C. b.*,
Spätvergilbung gegen Spätvergilbung + *C. b.*

Vergleicht man die absoluten Rübenmassenverluste, so werden die reinen *C. b.*-Schäden gegenüber der Kontrolle insbesondere bei vorheriger früher Vergilbungsinfektion nicht erreicht, so daß eine einfache Addition der Schäden nicht möglich ist. Die Polarisation wird dagegen bei den mit beiden Krankheiten infizierten Versuchsgliedern fühlbar gesenkt, und zwar mehr als bei der reinen *C. b.*-Infektion. Besonders deutlich wird dies bei der Kombination „Spätvergilbung + *C. b.*“, welche in diesem Versuch die absolut niedrigsten Polarisationswerte aufweist. Auch die Werte für die Asche und den schädlichen Stickstoff erfahren durch die zusätzliche *C. b.*-Infektion

in beiden Fällen eine beachtliche Verschlechterung, besonders eindrucksvoll für den schädlichen Stickstoff bei der Kombination „Spätvergilbung + *C. b.*". Der schon bei den Feldbonitierungen eindeutig feststellbare unterschiedliche *C. b.*-Befall hat sich also gleichfalls auf Ertrag und Qualität der Rüben ausgewirkt.

Die gleiche Tendenz der zunehmenden Wertminderung bleibt bestehen, wenn wir den *C. b.*-Schaden nicht in Vergleich zur Kontrolle, sondern zu der entsprechenden Vergilbungsparzelle setzen. Auf diese Weise läßt sich der in den einzelnen Versuchsgliedern zusätzlich durch die *C. b.* entstandene Schaden von den Vergilbungsschäden eindeutig trennen (vgl. die Sicherungswerte Tabelle 12). Hinsichtlich der Höhe der Rüben- und Zuckerverluste läßt sich eine steigende Tendenz in folgender Anordnung feststellen:

reine *C. b.*
frühe Vergilbung + *C. b.*
späte Vergilbung + *C. b.*

Die Unterschiede sind bei den Rübengewichten nur gering, bei den Polarisationswerten schon deutlicher und summieren sich natürlich bei den Zahlen für den Zucker. So betrug der Zuckerverlust nach unseren Feststellungen, soweit er durch die *C. b.*-Infektion verursacht wurde, bei

C. b.-Infektion gegenüber Kontrolle . . . . . 15,88 %,
Frühvergilbung + *C. b.* gegenüber Frühvergilbung . 17,05 %,
Spätvergilbung + *C. b.* gegenüber Spätvergilbung . 18,29 %.

Bei den Blatterträgen war diese Tendenz nicht vorhanden.

Damit erscheint bewiesen, daß die zu einer Vergilbung hinzutretende späte *C. b.*-Infektion die Rübe in verschiedener Hinsicht stärker schädigt, als wenn sie nur allein für den Gesamtschaden verantwortlich ist. Selbstverständlich soll mit diesen Feststellungen nicht behauptet werden, daß die Beziehungen auf jeden Fall in der von uns beobachteten Form verlaufen müssen, denn dazu sind die Verhältnisse zu kompliziert und abhängig von den äußeren Wachstumsbedingungen.

Die gleiche Relation der Senkung der Zuckererträge in Abhängigkeit von den Infektionsverhältnissen bleibt bestehen, wenn der sogenannte „bereinigte Zucker" nach dem Verfahren von LÜDECKE (14) berechnet wird. Bei diesem Auswertungsverfahren werden der schädliche Stickstoff und die lösliche Asche als ausbeutemindernde Faktoren berücksichtigt, da sie einen ganz bestimmten Anteil des vorhandenen Zuckers an der Kristallisation verhindern. Die Durchführung der Rechnung nach LÜDECKE verringert die gemessene Polarisation um einen bestimmten Wert, so daß die Zuckererträge mit Hilfe der „berichtigten Polarisation" bestimmt werden (Tabelle 13). Die Zahlen zeigen, daß bei Berücksichtigung der wertmindernden Eigen-

schaften von Asche und schädlichem Stickstoff die Tendenz einer stärkeren Empfindlichkeit vergilbungsverseuchter Bestände gegenüber einer nachfolgenden *C. b.*-Infektion sogar noch deutlicher hervortritt.

Tabelle 13

Zuckererträge des Infektionsversuchs Wevelinghoven 1954
(nicht bereinigt und bereinigt nach Lüdecke)

	Polarisation %				Zucker			
	polarimetrisch %	bericht. n. Lüdecke	Relative Verminderung durch *Cercospora* polar.	Relative Verminderung durch *Cercospora* n. Lüdecke	dz/ha	bereinigter Zuckerertrag dz/ha	Minderertrag durch *Cercospora relativ* nicht bereinigt	Minderertrag durch *Cercospora relativ* bereinigt
Kontrolle	16,57	13,32	100	100	56,34	45,20	100	100
Cercospora beticola	16,10	12,93	—2,84	—2,93	47,39	38,06	—15,88	—15,80
Frühe Vergilbung	15,88	12,37	100	100	30,21	23,15	100	100
Frühe Vergilbung und *Cercospora beticola*	15,28	11,61	—3,78	—6,15	25,06	19,03	—17,05	—17,80
Späte Vergilbung	15,91	12,55	100	100	43,31	34,13	100	100
Späte Vergilbung und *Cercospora beticola*	15,25	11,80	—4,15	—5,98	35,39	27,40	—18,29	—19,72

Wie schon zuvor betont, kann der Versuch nur als Hinweis für die weitere Bearbeitung des Problems gelten, da das Ergebnis unter recht extremen Witterungsverhältnissen erzielt wurde. Die Verringerung der Polarisation durch die Virusinfektion allein ist im Versuch relativ niedrig und entspricht nicht ganz unseren früheren Erfahrungen. Auch der ertragsmindernde Einfluß der *C. b.*-Infektion dürfte unter den kühlen und sonnenscheinarmen Verhältnissen des Versuchsjahres nicht voll zum Tragen gekommen sein, zumal der gerade für die Höhe des Zuckers so wichtige herbstliche Neuaustrieb des Blattapparates durch die an sich schon sehr üppige Blattentwicklung und das kühle Herbstwetter weitgehend unterblieb. Absolut gesehen liegt in unserem Versuch der *C. b.*-Schaden etwas höher als in dem Infektionsversuch von Schlösser aus dem Jahre 1952 (17), obwohl Schlösser acht Tage früher künstlich infizierte (Tabelle 14). Die Erklärung für diese Unterschiede mögen sich aus der angewendeten Infektionsmethode und den ganz anders gearteten Kulturverhältnissen in Einbeck und im Rheinland ergeben.

Tabelle 14

Vergleich der *C. b.*-Infektionsversuche Einbeck (infiziert am 15. 7. 1952) und Wevelinghoven (Rhld.) (infiziert am 23. 7. 1954)

	Einbeck		Wevelinghoven	
	Kontrolle	Versuch rel. Kontr. = 100	Kontrolle	Versuch rel. Kontr. = 100
Rüben dz/ha	401	92,3	370	86,5
Polarisation %	16,56	–0,43	16,57	–0,47
Zucker dz/ha	66,4	89,9	56,3	84,1
Blatt dz/ha	352	83,0	467	59,4

V. Beeinflussung des Wachstums von Cercospora beticola durch Extrakte normaler und vergilbter Rübenblätter

Um festzustellen, ob die im Felde beobachtete erhöhte Anfälligkeit vergilbungskranker Rüben gegenüber *C. b.* darauf beruht, daß die viruskranken Blätter dem Pilz bessere Wachstumsbedingungen bieten, wurden einige Kulturversuche mit Agar-Schrägröhrchen durchgeführt. Als Substrat diente Agar-Nährboden, dem als einzige Nährstoffquelle Extrakt aus gesunden bzw. virösen Rübenblättern zugesetzt wurde (12 g Blattsubstanz auf 100 ccm Agar-Nährboden, davon 5 ccm je Kulturröhrchen). Die zur Herstellung der Extrakte verwendeten Blätter entstammten den Kontroll- bzw. Infektionsreihen eines Gewächshausversuches mit künstlicher Virusinfektion. Nach der am gleichen Blattmaterial durchgeführten Zuckerbestimmung enthielt der Nährboden mit Extrakt aus gesunden Blättern in 100 ccm 292 mg Gesamtzucker, der mit solchem aus virösem Material 743 mg. Die Kulturen wurden bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Das Wachstum der aus Reinkulturen übertragenen Myzelstücke war in den ersten Tagen nach der Beimpfung (30. März 1955) auf dem Substrat mit Extrakt aus normalem Blattmaterial deutlich stärker als in den Röhrchen mit y-Extrakt, vermutlich aus osmotischen Gründen; nach zehn Tagen hatte sich jedoch das Verhältnis bereits vollständig umgekehrt. Die y-Blattagarröhrchen wiesen dichte, üppig wachsende Myzelrasen auf, die auch an Größe die wesentlich dünneren Kolonien auf dem n-Blattsubstrat übertrafen. In der Folge trat auf dem Substrat mit n-Blattextrakt eine fortschreitende Rückbildung der Myzelien ein; in den Kulturen mit y-Blattextrakt blieben die Pilzrasen bis zur Eintrocknung des Agars unverändert.

Der Versuch wurde in gleicher Weise mit Blattmaterial aus einem Freiland-Virusinfektionsversuch wiederholt. Diesmal wurde an den Blättern außer dem Kohlenhydrat-Gehalt auch der N-Anteil bestimmt. Die Agar-Nährböden enthielten in 100 ccm mit Extrakt aus

	normalen Blättern	vergilbungskranken Blättern
Reduzierende Zucker mg	165,36	591,60
Gesamtzucker mg	187,80	632,40
Lösl. N.	8,728	3,756
nichtlösl. N.	97,96	34,32

Die Kulturen wurden nach der Beimpfung am 6. September im Thermostaten bei 28 ^{0} gehalten.

Der Versuch verlief grundsätzlich in gleicher Weise wie der oben beschriebene; entsprechend der höheren Wachstumstemperatur war jedoch die Entwicklung des Pilzes und der Ablauf der einzelnen Phasen wesentlich schneller. Schon nach acht Tagen zeigten die y-Blattagarkulturen ein deutlich stärkeres Wachstum als die Röhrchen mit Extrakt aus gesunden Blättern (Abb. 6). Die Unterschiede wurden in der Folge noch krasser; am 28. Sep-

tember war auf den n-Kulturen eine Rückbildung der Myzelien sehr deutlich, die auf dem y-Agar nicht eintrat.

Die Versuche ergeben somit, daß mit dem Extrakt aus vergilbungskranken Rübenblättern in den angewandten Mengen ausreichende Nährstoffmengen für eine üppige Entwicklung gegeben wurden. Die in diesen Blättern vorhandenen Kohlenhydrate können demnach von dem Pilz als C-Quelle voll verwertet werden. Da sich andererseits der geringere N-Gehalt des y-Blattagars in keiner Weise auf die Wachstumsintensität auswirkte, reichten die im Extrakt aus den virösen Blättern enthaltenen Stickstoffmengen zur Deckung des N-Bedarfs aus.

Zur Beantwortung der Frage, ob der höhere Kohlenhydratgehalt der virösen Blätter die einzige Ursache des besseren Pilzwachstums und die Myzelien-Rückbildung in den n-Blattagarkulturen nur als Reaktion auf Kohlenstoff-Mangel aufzufassen sei, wurde in einer weiteren Versuchsserie die Kohlenhydrat-Differenz zwischen den Nährböden mit Extrakt aus normalen und vergilbungskranken Blättern durch Zusatz von Glukose ausgeglichen. Die nach den Resultaten der Blattanalyse berechneten Glukosemengen wurden in 1%iger Lösung zugegeben. Um Unterschiede im Feuchtigkeitsgehalt der Nährböden zu vermeiden, erhielten die übrigen Ansätze die gleiche Flüssigkeitsmenge als Wasser. Die n- und y-Blattagarsubstrate enthielten je 100 ccm Nährboden in mg

	n	y
Reduzierende Zucker	228,60	478,80
Gesamtzucker	261,84	652,80
Löslicher N	10,800	7,416
Nichtlöslicher N	62,04	25,80

Die Differenzen im Kohlenhydratgehalt zwischen den beiden Blattextrakten waren geringer, die im N-Gehalt größer als bei den früheren Versuchen. Damit stand in Übereinstimmung, daß auch die gleichgerichteten Wachstumsdifferenzen zeitlich später auftraten und auch zunächst quantitativ geringer waren als in den schon beschriebenen Fällen. Nach einer etwas rascheren Anfangsentwicklung auf dem n-Blattagar war das Wachstum in der ersten Woche nach der Beimpfung in den drei Gruppen etwa gleich stark. Sodann blieb zunächst die Myzelentwicklung auf dem n-Blattagar, erst nach etwa drei Wochen auch die auf dem n-Blattagar mit Glukosezusatz hinter derjenigen auf dem y-Blattagar zurück. Vier Wochen nach Versuchsbeginn war auf den Substraten mit Extrakt aus normalen Blättern die Myzelrückbildung auf dem Substrat ohne Zusatz sehr stark, auf dem mit Glukose wesentlich schwächer, doch ebenfalls eindeutig feststellbar eingetreten (vgl. Bonitierungsergebnisse in Tabelle 15).

Die schwächere Entwicklung und späte Degeneration der Pilzrasen auf dem Nährboden mit Extrakt aus normalen Rübenblättern ist demnach

Tabelle 15

Ergebnisse der Wachstumsbonitierungen

Substrat	n-Blattagar	n-Blattagar + Glukose	y-Blattagar
Zahl der Röhrchen	29	26	28
Mittl. Bewertungszahl 27. 10.	3,00	3,00	3,00
Mittl. Bewertungszahl 8. 11.	1,17	2,62	3,00
Mittl. Bewertungszahl 18. 11.	0,24	2,19	3,00

Bewertung: 3 = stark bewachsen,
2 = mittelmäßig entwickelt,
1 = schwach entwickelt,
0 = vollständig degeneriert.

zwar zum Teil, jedoch nicht allein auf den geringeren Kohlenhydratgehalt zurückzuführen, da beide Erscheinungen durch den Glukosezusatz nicht vollständig verhindert werden konnten.

VI. Schlußfolgerungen

Wie die Befallsuntersuchungen an den Feldversuchs-Parzellen ergaben, hat die Virus-Infektion Ausbreitung und Befallsintensität der *Cercospora beticola*-Infektion erheblich begünstigt. Die Folgen der durch den Vergilbungsbefall gesteigerten Aggressivität des Pilzes waren einerseits eine schnellere, vorzeitige Zerstörung der vergilbten Blätter, andererseits ein größeres Ausmaß der auf *C. b.* zurückzuführenden Funktionsstörungen und Nekrosen. Die Schadenswirkungen beider Erreger auf den Blattapparat, auf dessen Leistung und damit auf die Entwicklung der ganzen Pflanze steigern sich bei kombiniertem Auftreten gegenseitig. Die Zunahme der Pilzanfälligkeit durch die Vergilbungskrankheit ist um so größer, je stärker die Virussymptome im Zeitpunkt der *C. b.*-Infektion ausgeprägt sind. Daher kann sowohl die Blattfleckenkrankheit unter Bedingungen, unter welchen ihr sonst nur geringe Bedeutung zukommt, Massenbefall und Schadwirkungen verursachen, andererseits kann ein später, auf die Wachstumsleistung sich nur wenig auswirkender Virusbefall durch eine dazukommende *C. b.*-Infektion die Entwicklung der Pflanze noch erheblich stören.

Zur Beantwortung der Frage nach der Wirkung des kombinierten Befalls durch viröse Vergilbung und *C. beticola* auf den Stoffwechsel der Rübenpflanze können aus den mitgeteilten Untersuchungsergebnissen nachstehende Folgerungen gezogen werden: Der Pilzbefall vermindert vermutlich zugunsten seines eigenen Stoffaufbaues den Zuckergehalt der Blattspreite; unter den Bedingungen des geschilderten Feld-Infektionsversuches vermochte er zwar nicht die virusbedingte Assimilat-Stauung voll zu nivellieren; unter günstigeren Bedingungen könnte aber auch dies eintreten. Die Ableitung der Kohlenhydrate aus der Blattspreite wird durch die kombi-

nierte Wirkung von Pilz und Virus erheblich stärker beeinträchtigt, als es durch jeden der beiden Erreger allein geschieht, wie der KH-Gehalt der Blattstiele zeigt. Diese Wirkung erfährt durch die Stielreduktion noch eine Verstärkung. Hierdurch wird neben der in diesen Untersuchungen nicht erfaßten Einschränkung der photosynthetischen Leistung des Blattes durch das Virus und den Pilzbefall — in letzterem Fall durch Nekrotischwerden kleinerer oder größerer Blattareale — die Kohlenhydrat-Versorgung der unterirdischen Pflanzenorgane noch verstärkt beeinträchtigt und führt damit in der Regel sowohl zu einer gesteigerten Hemmung des Wurzel- und Rübenwachstums als auch zu einer Minderung der Reservestoffbildung, die sich in einer zusätzlichen Senkung des prozentualen Zuckergehaltes dieser Pflanzenteile kundtut. Welche dieser Wirkungen im Einzelfalle stärker in Erscheinung tritt, die Wachstumshemmung oder der Zuckergehaltsabfall, hängt von den jeweiligen Wachstumsbedingungen ab. Die durch den Pilzbefall viröser Rübenblätter verursachte zusätzliche Verringerung der Kohlenhydrat-Zufuhr aus dem Blattapparat zu den übrigen Pflanzenteilen hat, wie schon das Beispiel der Stiel-Reduktion zeigt, außerdem noch die besonders nachteilige Folge, daß auf diese Weise auch die Blattregeneration behindert, bei starker Wirkung beider Erreger wohl gänzlich unterbunden wird. Die Bildung neuer, funktionsfähiger Blätter ist jedoch die Voraussetzung für eine mögliche Kompensation der Vergilbungsschäden.

Die Modifizierung des N-Stoffwechsels in Blatt und Rübe bei kombiniertem Befall — Verminderung des nichtlöslichen Stickstoffs in der Blattspreite, Zunahme des löslichen Stickstoffs in Blattstielen und Wurzel — wirkt sich als Summierung gleichsinniger Wirkungen der Einzel-Parasiten funktionell vor allem in einer entsprechend gesteigerten Störung des Blattapparates, wirtschaftlich in einer den Vergilbungseffekt noch verstärkenden Qualitätsminderung der Rübe aus.

Die aus den Ergebnissen der physiologischen Untersuchungen an Blatt und Rübe gezogenen Schlußfolgerungen über die Wirkung des kombinierten Befalls durch Vergilbung und *C. beticola* auf Wachstum und Ertrag werden durch die Erntefeststellungen bestätigt. Menge und Beschaffenheit der Rübenernte werden bei gemeinsamem Auftreten beider Krankheiten stärker beeinträchtigt als durch jeden der beiden Erreger allein. Die Minderung des Nutzungswertes der Rüben kommt in der Berechnung des bereinigten Rübenertrages klar zum Ausdruck, ist aber vielleicht noch größer, als durch diese Zahlen ausgewiesen wird, da die y + *C. b.*-Rüben neben erhöhten Mengen an schädlichem N und löslicher Asche auch anomal viel reduzierende Zucker enthalten, die vermutlich zur Atmungsintensität und damit zum Umfang möglicher Verluste an kristallisierbarem Zucker zwischen Ernte und Verarbeitung in direktem Verhältnis stehen.

Mehr noch als der Rübenertrag wird derjenige an Blattmasse durch den Doppelbefall betroffen, wobei auch hier zu dem Verlust an Masse noch ein nicht unbeträchtlicher an Wertminderung hinzukommt. Auf diese Weise

kann ein später Virusbefall durch Steigerung der *Cercospora*-Anfälligkeit allein schon durch Mengen- und Wertminderung der unter deutschen Verhältnissen wirtschaftlich sehr wichtigen Blatternte erhebliche Schäden verursachen.

Hinsichtlich der Frage nach den Ursachen der stärkeren *Cercospora*-Anfälligkeit vergilbungskranker Rüben bieten die Untersuchungen nur einige Hinweise. Als in dieser Beziehung wesentliche Ergebnisse können folgende Feststellungen genannt werden: Vergilbte Rübenblattspreiten unterscheiden sich von normalen hauptsächlich durch einen stark erhöhten Gehalt an reduzierenden Zuckern und einen geringeren an löslichem und nichtlöslichem Stickstoff. Andererseits erlaubt die Verminderung des Kohlenhydratgehaltes in Blattspreiten mit gleichzeitigem Befall durch Pilz und Virus den Schluß, daß der Pilz die Kohlenhydrate des Blattes als C-Quelle benutzt und daß ihm daher die virösen Blätter in dieser Beziehung günstigere Ernährungsbedingungen bieten. Aus dem Befund, daß nicht viröse, nur von *C. beticola* befallene Blattspreiten weniger nichtlöslichen und löslichen Stickstoff, die zugehörigen Stiele jedoch mehr löslichen Stickstoff als normale enthalten, ergibt sich, daß nicht diese Fraktionen sondern das Blatt-Protein den N-Bedarf des Pilzes deckt. Diese Folgerung steht im Einklang mit der von FRANDSEN (1955) in Kulturversuchen gemachten Feststellung starker proteolytischer Tätigkeit von *C. beticola*. Eine bessere N-Versorgung als Ursache der stärkeren Ausbreitung des Parasiten auf vergilbten Rübenblättern ist daher nicht anzunehmen.

Aus den Versuchen mit Reinkulturen von *C. b.* auf künstlichen Nährsubstraten kann geschlossen werden, daß vergilbungskranke Blätter dem Pilz bessere Wachstumsbedingungen bieten als normale. Diese Eigenschaft ist zum Teil auf den höheren Kohlenhydratgehalt der virösen Blattspreiten zurückzuführen. Aus dem Wachstumsstillstand und der Myzelrückbildung, die auf dem Kultursubstrat mit Extrakt aus normalem Blattmaterial nach kürzerer oder längerer Zeit eintrat, ist zu folgern, daß voll vitale Rübenblätter eine das Pilzwachstum hemmende Substanz enthalten, die in virösen Blättern gar nicht oder in erheblich geringerem Grade wirskam ist und demnach durch die Wirkung des Virus ebenso wie durch den physiologischen Alterungsvorgang weitgehend zerstört oder unwirksam gemacht wird. Die Annahme eines derartigen Agens ergibt sich auch aus den Feststellungen von KOVÁCS (10), daß Rübenblätter Substanzen ausscheiden, die die Keimung von *C. b.*-Sporen hemmen. Der gleiche Autor (11) fand weiterhin, daß die Keimungshemmung durch Blattexkrete bei vergilbungskranken Pflanzen wesentlich schwächer ist als bei normalen. Dieser Befund würde, falls er auch für die Verhältnisse im freien Felde Geltung hat, eine Erklärung für den schnellen Befall vergilbter Rüben geben. Die das *Cercospora*-Wachstum hemmende Substanz, die nach den eigenen Versuchen anzunehmen ist, muß hitzebeständig sein, da die Kultursubstrate nach Zusatz der Blattextrakte mehrfacher Sterilisation unterzogen wurden.

Zusammenfassung

1. Im Jahre 1954 wurde mit den drei Sorten „Kleinwanzleben E", „Kleinwanzleben N" und „Polybeta" ein kombinierter Infektionsversuch mit einem Virusgemisch (Vergilbungsvirus + Rübenmosaik) und *Cercospora beticola* durchgeführt.
2. Die Schwere des Auftretens von *Cercospora beticola* stand in deutlicher Abhängigkeit von der Entwicklung der Vergilbungssymptome. Am schwersten waren die *Cercospora*-Symptome auf den Parzellen, die erst im Juli mit dem Virusgemisch infiziert worden waren und die den Höhepunkt der Vergilbungserscheinungen im Herbst erreichten. Sortenunterschiede waren infolge der massiven Infektion nicht zu beobachten. Stark vergilbte Pflanzen bieten demnach der *Cercospora beticola* besonders günstige Entwicklungsbedingungen.
3. Die Infektion der Rübe durch Vergilbungsvirus, *Cercospora beticola* und noch mehr der Doppelbefall durch beide Krankheitserreger verändern nicht nur je nach Krankheitsphase den Umfang und die Funktion des Blattsystems, sondern sie modifizieren das Blatt auch morphologisch durch Reduktion des Stielanteils.
4. Bei den von Vergilbung u n d Blattfleckenkrankheit befallenen Rübenblättern war der Gehalt der Spreiten an Kohlenhydraten, löslichem und nichtlöslichem Stickstoff niedriger als bei den Vergleichspflanzen, der Gehalt der Blattstiele an Kohlenhydraten ebenfalls geringer, der an löslichem Stickstoff jedoch wesentlich höher. Der kombinierte Befall hat demnach die Ableitung von Kohlenhydraten aus der Spreite in die übrigen Pflanzenorgane zusätzlich verringert, die an löslichem Stickstoff gesteigert. Hiermit stimmt überein, daß die Rüben bei Befall durch Virus u n d Pilz weniger Trockensubstanz und Saccharose, jedoch mehr reduzierende Zucker, löslichen, schädlichen und nichtlöslichen Stickstoff enthielten.
5. Entsprechend den Beobachtungen im Verlauf der Vegetationsperiode war der *Cercospora*-Schaden bei den mit dem Virusgemisch infizierten Parzellen höher als bei den Kontrollen. Am meisten wurden von der *Cercospora* die spät mit Virus infizierten Rüben geschädigt. Sie zeigten auch den relativ höchsten Rückgang des Blattertrages und des Zuckergehaltes. Das Ergebnis wird mit den Infektionsbedingungen und dem Witterungsverlauf des Jahres 1954 in Zusammenhang gebracht und seine Allgemeingültigkeit diskutiert.
6. Auf Agar-Nährboden, der als einzige Nährstoffquelle Rübenblattextrakt enthielt, war bei Zugabe von Extrakt aus vergilbungskranken Blättern ein üppiges Wachstum von *C. b.* festzustellen, während die in den Kulturen mit Extrakt aus gesunden Blättern entwickelten Myzelien erheblich schwächer waren, nach einiger Zeit ihr Wachstum einstellten

und schließlich stark degenerierten. Die Unterschiede im Wachstumsverhalten konnten durch Zugabe von Glukose zum Ausgleich der Gehaltsdifferenz zwischen den Extrakten aus normalen und virösen Blättern zwar in beträchtlichem Umfange verringert, jedoch nicht voll ausgeschlossen werden. Die Untersuchungen werden fortgesetzt.

Für die Unterstützung bei den Versuchsarbeiten sind wir zu großem Dank verpflichtet:

Herrn Prof. Dr. Knapp, Institut für Züchtungsforschung der Max-Planck-Gesellschaft in Rosenhof, für die Einarbeit in die *Cercospora*-Infektionsmethoden und Überlassung von Ausgangsmaterial, Herrn Prof. Dr. H. Lüdecke, Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen, für die laboratoriumsmäßige Auswertung des Versuches; der Fa. Pfeiffer & Langen, Wevelinghoven, für die Unterstützung bei der Durchführung des Versuches und Herrn Dr. habil. Schlösser, Einbeck, für die Überlassung virusinfizierter Zuckerrübenstecklinge.

Literaturverzeichnis

1. Engel, H., 1929: Beiträge zur Kenntnis des Stickstoffumsatzes grüner Pflanzen. Planta **7**, 133—164.
2. Frandsen, N. O., 1953: Konidienbildung bei *Cercospora beticola* in künstlichen Kulturen. Zucker **6**, 441—443.
3. — —, 1955: Untersuchungen über *Cercospora beticola*. I. Verhalten des Pilzes in künstlicher Kultur. Zucker **8**, 451—456.
4. Hagedorn, H. C., und Jensen, B. N., 1923: Zur Mikrobestimmung des Blutzuckers, mittels Ferricyanid. Biochem. Z. **135**, 46—58.
5. Heiling, A., 1953: Der Einfluß der Vergilbungskrankheit auf den Ertrag der Rüben. Zucker **2**, 27—33.
6. — —, und Steudel, W., 1950: Untersuchungen über die Vergilbungskrankheit der Rüben. Biol. Bundesanst. Braunschweig, Jahresber. (1951), 39—41.
7. — —, — —, 1950: Die Vergilbungskrankheit der Rübe. Flugbl. Biol. Bundesanst. 1. Aufl.
8. Knapp, E., 1954: Zur Frage der Bedeutung der Übertragung von *Cercospora beticola* durch das Saatgut. Zucker **7**, 91—97.
9. — —, 1954: Können *Cercospora*-Infektionsquellen im Feld über mehrere Jahre erhalten bleiben? Zucker **7**, 169—170.
10. Kovács, A., 1955: Über die Ursachen der unterschiedlichen Resistenz der Zuckerrübensorten gegen *Cercospora beticola* Sacc. Phytopath. Z. **24**, 283—298.
11. — —, 1955: Der Einfluß der viriösen Vergilbung (Yellow) auf die *Cercospora*-Resistenz der Zuckerrüben. Vortrag, gehalten in Prag.
12. Landesausschuß f. Landw. Forschung u. Pfl.schutz der Landw.-Kammer Rhld., 1954: Die *Cercospora*-Blattfleckenkrankheit der Rüben, ihre Verhütung und Bekämpfung. Merkblatt 68, Juni 1954.
13. Lüdecke, H., und Neeb, O., 1953: Untersuchungen über den Einfluß von Gelbsuchtvirusinfektion auf physiologische Gradienten der Zuckerrübe. Zucker **6**, 117—120.
14. — —, 1954: Fragen der Zuckerrübenzüchtung und des Anbaus in bezug auf die Verarbeitbarkeit der Rüben. Zucker **7**, 325—330.
15. Montès, P., 1954: Infektionsvorgang bei *Cercospora beticola*. Referat auf d. Tagung d. Arb.-Gem. zur Bekämpfung d. *Cercospora* am 16./17. Oktober 1954, Regensburg.
16. Schlösser, L. A., 1951: Infektionszeitpunkt und Ertragsminderung bei gelbsuchtinfizierten *Beta*-Rüben. Nachr.bl. dtsch. Pfl.schutzd. Braunschweig **3**, 54—56.

17. SCHLÖSSER, L. A., 1953: Ein Infektionsversuch mit *Cercospora*. Zucker **6**, 89—91.

18. SCHULZE, E., 1953: Die Bedeutung der Vergilbungskrankheit für Ertrag und Zuckergehalt der Zuckerrübe. Mitt.dtsch. Landw. Ges. **68**, 75—77.

19. — —, 1955: Die Rolle der Pflanzenbautechnik beim Vergilben der Zuckerrübe und seine Abwehr. Zucker **8**, 239—244.

20. STANEK, S., und PAVLAS, P. 1934: Über eine schnelle, informative Methode zur Bestimmung des schädlichen Stickstoffs der Amide und der Aminosäuren in der Rübe. 2. Zuckerind. cechosl. Republ. **59**, 129—142.

21. STEUDEL, W., 1955: Vergleichende Untersuchungen zur Frage der Wirkung von Systox und Metasystox bei der Bekämpfung der Vergilbungskrankheit. Zucker **8**, 207—212.

22. STEUDEL, W., und HEILING, A., 1954: Die Vergilbungskrankheit der Rübe. Mitt. Biol. Bundesanst. **79**, 132 S.

23. — —, — —, 1956: Versuchsergebnisse zur Höhe der vermeidbaren Vergilbungsschäden an Zuckerrüben im Rheinland und in Westfalen in den Jahren 1953 und 1954. Nachr.bl. dtsch. Pfl.schutz, Braunschweig **6**, 1—6.

24. TROLL, W., 1939: Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen. **1**. Band Vegetationsorgane, 1194 (Verlag Borntraeger).

25. ULRICH, H., und ARNOLD, A., 1953: Lehrbuch der allgemeinen Botanik, Bd. **1** (Verlag de Gruyter).

26. VAN RIEMSDIJK, J. F., 1935: Physiologisch onderzoek van de vergelings ziekte van voederbieten en de schade door deze ziekte teweegegebracht. T. Plantenziekten **41**, 317.

27. WATSON, M. A., und WATSON, D. J., 1951: The effect of infection with beet yellows and beet mosaic viruses on the carbohydrate constant of sugar beet leaves, and on translocation. Ann. appl. Biol. **38**, 276—288.

Aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Virusserologie und Institut für Landwirtschaftliche Virusforschung, Braunschweig

Elektronenmikroskopische Untersuchungen über das Rübenmosaik-Virus

Von

K. Zimmer und J. Brandes

Mit 2 Abbildungen

Bestimmte Virosen, deren Symptombilder starken Schwankungen unterliegen, für die gute Testpflanzen nicht bekannt sind und bei denen der serologische Nachweis noch nicht ausgearbeitet ist, können unter Umständen auch mit Hilfe des Elektronenmikroskops durch Bestimmung von Form und Größe der Virusteilchen diagnostiziert werden. Für europäische Rübenvirosen liegen hierfür nur wenige Angaben vor. Auf die Möglichkeit einer genauen Diagnose der virösen Vergilbungskrankheit der Rübe haben wir bereits hingewiesen (Brandes und Zimmer 1955), nachdem wir in einem Yellows-Isolat spezifische Virusteilchen von bestimmter Länge gefunden hatten. Das Rübenmosaik-Virus wurde elektronenmikroskopisch bislang lediglich von Bawden und Nixon (1951) untersucht, die in infizierten Pflanzen keine spezifischen Partikeln feststellen konnten.

Wir verwendeten bei unseren Untersuchungen einen Rübenmosaik-Virusstamm, der von einer Freilandpflanze isoliert worden war und über mehrere Passagen von Zuckerrüben (Sorte Kleinwanzlebener E) geführt wurde. Die Infektion erfolgte durch Saftabreibungen unter Zuhilfenahme von Karborund. Der Infektionserfolg war stets gut; das Symptombild blieb während der Passagen konstant. Es bestand bei Rüben aus einer Nervenaufhellung der jüngsten Blätter (etwa zwei Wochen nach der Infektion) und aus hellgrünen Flecken an den älteren Blättern. *Chenopodium quinoa* und *Chenopodium album* zeigten zwei Wochen nach der Infektion gelbliche Flecke an den nachwachsenden Blättern und Akronekrose des Sprosses. Später starben die ganzen Pflanzen ab. *Amaranthus retroflexus* reagierte auf die Infektion mit deutlichen braunen Lokalläsionen an den eingeriebenen Blättern ohne bedeutende Schädigung der ganzen Pflanze.

Der thermale Inaktivierungspunkt wurde an Zuckerrübenpflanzen geprüft; er lag bei 58 ° C.

Symptomtragende Blätter der genannten Arten wurden nach der Methode von JOHNSON (1951) exsudiert. Die Aufnahmen wurden mit einem elektrostatischen Elektronenmikroskop (EM 8/2 AEG/Zeiss) bei einer Originalvergrößerung von 5320 × angefertigt und die Teilchenlänge bei einer Gesamtvergrößerung von etwa 300 000 × mit einem Kurvenmesser ermittelt. Die Längenbestimmung hat einen Fehler von höchstens 5 %.

In Exsudaten kranker Blätter fanden wir stets fadenförmige Teilchen (Abb. 1), die in gesunden Pflanzen nicht nachgewiesen werden konnten. In Abbildung 2 sind die Längenverteilungen der Partikeln aus Zuckerrübe und *Chenopodium quinoa* als Treppenpolygone dargestellt. Die Klassenbreite beträgt 15 mμ. In beiden Fällen ist zwischen 695 und 770 mμ ein deutliches Maximum vorhanden, das der „Normallänge" entspricht.

Die wesentlichen Meßergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt:

	Zahl der vermessenen Teilchen		Mittlere Länge der Teilchen zwischen 695 und 770 mμ
	insgesamt	zwischen 695 und 770 mμ	
Zuckerrübe	298	264 = 89 %	731 mμ
Chenop. quinoa	272	219 = 81 %	736 mμ
	570	483 = 85 %	733 mμ

In kranken Pflanzen von *Chenopodium album* und *Amaranthus retroflexus* wurden dieselben Teilchen gefunden. Die ermittelte „Normallänge" (733 mμ) unterscheidet sich nur wenig von der des Kartoffel-Y-Virus (etwa 750 mμ, BODE 1954) und der der Buschbohnenviren *Phaseolus*-Virus 1 und 2 (etwa 750 mμ, BRANDES und QUANTZ 1955). Da Rübenmosaik-Virus und *Phaseolus*-Virus unter den gleichen Versuchsbedingungen von uns vermessen wurden, zweifeln wir nicht, daß der sich ergebende Längenunterschied von 10 bis 20 mμ nicht zufällig, sondern reell ist. Der Sicherheit halber prüften wir, ob diese Viren in Beziehung zueinander stehen:

Kartoffel-Y-Virus: Abreibung von Preßsaft mosaikkranker Rüben auf Samsuntabak: negativ.
Serologische Prüfung von Preßsaft mosaikkranker Rübenblätter mit Y-Antiserum[1]): negativ.
Abreibung von Preßsaft Y-viruskranker Tabakpflanzen auf Rüben: negativ.

Phaseolus-Virus 1 und 2: Abreibung von Preßsaft mosaikkranker Rüben auf die Bohnensorten Saxa und Genfer Markt: negativ.
Serologische Prüfung von Preßsaft mosaikkranker Rübenblätter mit Antiserum gegen *Phaseolus*-Viren 1 und 2[1]): negativ.

[1]) Herrn Regierungsrat Dr. BERCKS und Herrn Dr. BARTELS danken wir für die Durchführung der serologischen Teste.



Abb. 1. Teilchen aus einem Exsudat einer mosaikkranken Zuckerrübe. Verg. 30 000fach

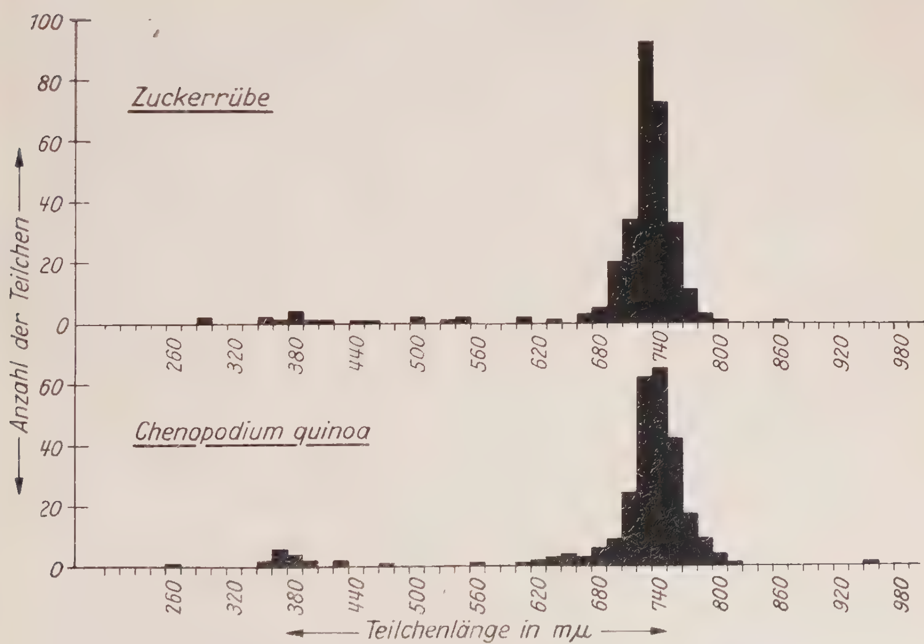


Abb. 2.

Gelegentlich kommen auf Rüben das Tabakmosaik-, das Gurkenmosaik- und das Ringspot-Virus vor, die sich jedoch auf Grund ihrer anderen Form und Größe leicht ausschließen lassen. Da das Rübenmosaik-Virus das einzige bisher in Europa bekannte Beta-Virus ist, das sich durch Saftabreibung leicht übertragen läßt und dabei typische Symptome bewirkt, zweifeln wir nicht daran, ein Isolat dieses Virus untersucht zu haben. Das Rübenmosaik-Virus unterscheidet sich in seiner Länge (733 mμ) beträchtlich vom Yellows-Virus (1250 mμ). Auf die Möglichkeit einer genauen Diagnose sei hingewiesen.

Zusammenfassung

Mit einem Virusisolat aus mosaikkranken Rüben wurden Zuckerrüben und andere Pflanzen durch Saftabreibung infiziert. Bei der elektronenmikroskopischen Untersuchung von Exsudaten dieser Pflanzen wurden spezifische Teilchen gefunden und vermessen. Über 80 % dieser Partikeln besaßen eine Länge von 695 bis 770 mμ, aus der sich ein Mittelwert von etwa 733 mμ ergibt.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft und Herrn Regierungsrat Dr. Bercks danken wir für die Unterstützung der Arbeit.

Literaturverzeichnis

1. Bawden, F. C., and Nixon, H. L., 1951: The application of electron microscopy to the study of plant viruses in unpurified plant extracts. J. Gen. Microbiol. **5**, 104—109.
2. Bode, O., 1954: Aktuelle Probleme der pflanzlichen Virusforschung. Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem, **80**, 129—136.
3. Brandes, J., und Quantz, L., 1955: Elektronenmikroskopische Untersuchungen über Buschbohnenviren (*Phaseolus*-Virus 1 und *Phaseolus*-Virus 2.) Naturwissenschaften **42**, 588.
4. — —, und Zimmer, K., 1955: Elektronenmikroskopische Untersuchungen über die viröse Vergilbungskrankheit der Rübe (beet yellows). Phytopath. Z. **24**, 211—215.
5. Johnson, J., 1951: Virus particles in various plant species and tissues. Phytopathology **41**, 78—93.

Aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Virusserologie, Braunschweig

Untersuchungen über die Ausbreitung des Kartoffel-X-Virus im Feldbestand

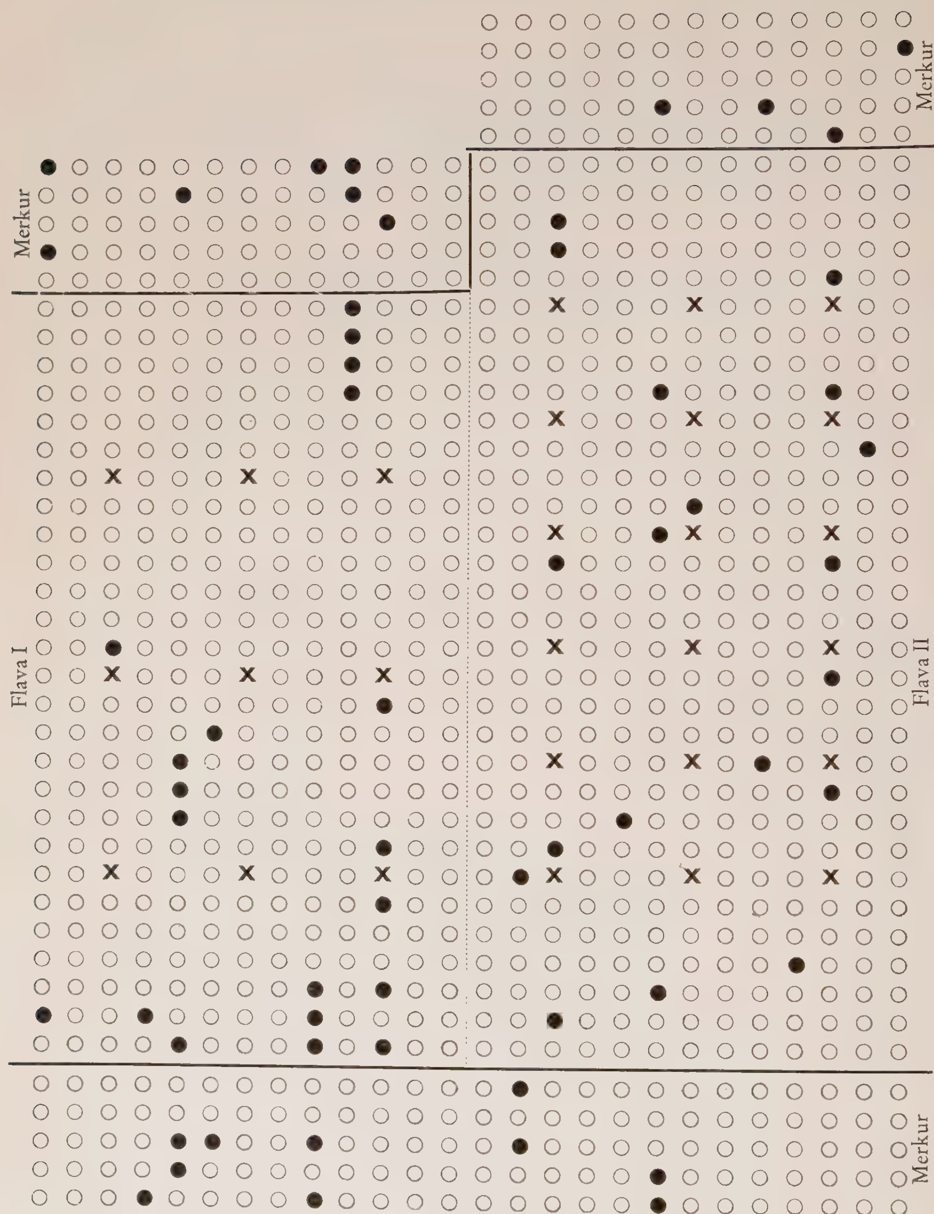
Von

Ruprecht Bartels

Mit einer Abbildung

Das X-Virus breitet sich im Felde vorwiegend durch Kontakt oberirdischer Pflanzenteile aus (7); daneben wird es auch auf unterirdischem Wege durch Wurzelberührung (8) übertragen, doch hat diese Form der Übertragung kaum praktische Bedeutung (3). Zu den bekannten Faktoren, die das Ausmaß der oberirdischen Ausbreitung bestimmen, gehören z. B. Anfälligkeit der Kartoffelsorte, Virulenz des Virusstammes, Pflanzweite und Düngung. Die verhältnismäßig schnelle Verseuchung einer Sorte mit dem X-Virus läßt sich aber durch die Übertragung von Staude zu Nachbarstaude nicht allein erklären. So berichtet die Scottish Plant Breeding Station (1, 2) über eine auffällige Zunahme des X-Virusbefalls in einer von drei verschiedenen, mehrjährig getrennt angebauten Herkünften der Sorte Majestic. Bei Versuchsbeginn hatte der Virusbesatz in sämtlichen Herkünften 0,9 % betragen; nach einem Jahr war er auf 2,1 %, 2,4 % und 11,1 % gestiegen. Demnach hatte sich der Befall der ersten beiden Bestände, die isoliert angebaut und ohne Bearbeitung aufgewachsen waren, infolge des Blattkontaktes etwa verdoppelt, während der hohe Wert der dritten Herkunft aller Wahrscheinlichkeit nach auf eine Viruszufuhr von einem stark verseuchten Bestand in der Nachbarschaft durch Feldbearbeitung zurückzuführen war. Deshalb müßte den Pflegemaßnahmen nach dem Auflaufen der Kartoffeln eine erhebliche Bedeutung für das Eindringen und die Verbreitung des X-Virus innerhalb einer Sorte zuzumessen sein. Wir beabsichtigten daher, diesen Faktor durch geeignete Versuchsanordnung annähernd zu bestimmen.

Folgende Fragen sollten beantwortet werden: 1. Wie stark nimmt die Verseuchung innerhalb eines Bestandes, dessen Infektionsquellen nach Anzahl und Lage bekannt sind, nach einer Vegetationsperiode zu? 2. Greift das X-Virus von den Infektionsquellen aus bevorzugt auf die Nachbarstauden



Pflanzschema des Übertragungsversuches mit den Sorten Flava und Merkur.
X = Infektionsquellen (sekundär kranke Knollen)
● = nach der Ernte X-viruskranke Stauden
○ = gesunde Stauden

über oder läßt sich ein anderer Ausbreitungsweg erkennen? 3. Wie hoch ist die Verseuchung eines ursprünglich X-virusfreien Bestandes, wenn dieser einem virushaltigen Kartoffelfeld unmittelbar benachbart ist? — Zu diesem Zweck mußte einwandfrei definiertes Pflanzgut ausgelegt und der Versuch während der Vegetationszeit ortsüblich bearbeitet werden; nach der Ernte waren die Tochterknollen einer jeden Staude auf Virusbefall zu testen. Von einer Laubuntersuchung der Einzelpflanzen im Sommer wurde abgesehen, da eine derartige Analyse aus verschiedenen Gründen kein wahres Bild vom Ausmaß der Verseuchung bzw. der Verbreitung ergeben hätte.

Der Versuch wurde mit den Sorten Flava und Merkur nach dem Schema der Abbildung innerhalb eines großen, mit der Sorte Ackersegen bepflanzten Kartoffelfeldes angelegt, von dem einige Reihen in den Versuch einbezogen wurden. Vor dem Auslegen war das Pflanzgut der Sorten Flava und Merkur mit Hilfe der serologischen Methode im Dunkelkeimtest (9) auf X-Virusfreiheit geprüft worden. Der Flava-Bestand (780 Pflanzstellen) wurde in zwei Hälften (I u. II) eingeteilt und enthielt auf der einen Seite neun X-viruskranke Knollen derselben Sorte als Infektionsquellen (= 2,6 %). Um beurteilen zu können, ob ein erhöhter Anteil kranker Knollen den Verseuchungsgrad merklich beeinflußt, wurden auf der anderen Hälfte 18 (= 4,2 %) Infektionsquellen ausgepflanzt. Dabei wurde der Abstand der X-viruskranken Stauden innerhalb der Reihe von sechs auf drei Pflanzstellen verringert (s. Abb.). Vor und hinter der Flava-Parzelle befanden sich 260 gesunde Stauden der Sorte Merkur, die vom beiderseits anschließenden Ackersegen-Feld, aber auch von der Flava-Parzelle mit X-Virus verseucht werden sollte. Da die Höhe des X-Virusbesatzes der Sorte Ackersegen zum Zeitpunkt des Auslegens unbekannt war, prüften wir nach dem Auflaufen Blattproben von 322 Einzelstauden aus acht ausgewählten Reihen, und zwar aus jeweils vier Reihen vor und hinter den Merkur-Parzellen. Der ermittelte Verseuchungsgrad von 5 % kann wegen dieser Auswahl nur als Annäherungswert gelten. Weitere Laubprüfungen führten wir als Stichproben an Flava und Merkur nur zur Kontrolle des vorausgegangenen Dunkelkeimtestes durch, wobei sich eine völlige Übereinstimmung der Resultate ergab.

Das Auspflanzen erfolgte am 28. April mit einem Reihenabstand von 60 cm, der Abstand in der Reihe betrug 33 cm. Nach dem Auflaufen (19. Mai) wurden die Dämme aufgefahren, sodann mit der Egge abgeschleppt und die jungen Pflanzen Ende Mai einmal gestriegelt. Anfang Juni wurde der Bestand mit dem Grubber durchgearbeitet, gegen Ende des Monats angehäufelt und gegen *Phytophthora* und Kartoffelkäfer gespritzt. Sämtliche Arbeiten wurden mit einem Pferdegespann durchgeführt. Die Ernte der Einzelstauden fand im Laufe des September statt. Dabei wurden von der Sorte Ackersegen nur diejenigen Reihen berücksichtigt, deren ursprünglicher Verseuchungsgrad durch die Laubuntersuchung nach dem Auflaufen feststand.

Zur Auswertung des Versuches wurden die geernteten Knollen (rund 17 000) im Dunkelkeimtest geprüft und das Ergebnis in den Tabellen 1 und 2 zusammengefaßt. Eine ehemals gesunde Staude galt als krank (ausgefüllter Kreis in der Abbildung), wenn bereits eine ihrer Tochterknollen X-Virus enthielt.

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist, hatte sich der X-Virusbesatz bei Flava von 3,5 % auf 8,5 %, d. h. um das 2,4fache, vergrößert; bei Ackersegen war er um das 2,7fache (von 5 % auf 13,9 %) — also in derselben Größenordnung — gestiegen, und in besonders hohem Maße erkrankte die Sorte Merkur. Hier stieg der Befall von 0 auf 8,1 %.

Tabelle 1

Grad der Staudeninfektion

	Bei Versuchsbeginn: Infektionsquellen / Pflanzstellen (insgesamt)	Nach Abschluß des Versuches: Kranke Stauden / geerntete Stauden (insgesamt)
Flava I	9 / 351 = 2,6 %	29 / 351 = 8,2 %
Flava II	18 / 429 = 4,2 %	37 / 429 = 8,6 %
Flava, insgesamt ..	27 / 780 = 3,5 %	66 / 780 = 8,5 %
Ackersegen	16 / 322 = 5,0 %	45 / 322 = 13,9 %
Merkur	0 / 260 = 0 %	21 / 260 = 8,1 %

Der erhöhte Anteil von Infektionsquellen bei Flava II hatte überraschenderweise nicht zu einer im Verhältnis zu Flava I stärkeren Verseuchung geführt. Dafür könnte unter Umständen der infolge mehrerer Kümmerpflanzen nicht vollständig geschlossene Bestand von Flava II verantwortlich zu machen sein. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß das zur Verfügung stehende Pflanzgut (1. Nachbau) nicht ganz frei von anderen Viren war, da wir es in der Abbaulage unseres Versuchsfeldes vermehrt hatten. Die erhaltenen Werte, die zwar durch die große Staudenanzahl gut gesichert sind, können daher nur als Richtzahlen angesehen werden. Andererseits wird es aber auch wegen der zahlreichen Faktoren, von denen die Infektionsmöglichkeit abhängt, und die sich von Versuch zu Versuch ändern können, nicht gelingen, allgemein gültige Werte zu erhalten.

Die Abbildung läßt erkennen, daß das X-Virus innerhalb der Flava nicht nur auf die unmittelbare Nachbarschaft der Infektionsquellen, sondern mit gleicher Häufigkeit auch auf weiter entfernt stehende Stauden übergegriffen und sich teilweise sogar nestartig ausgebreitet hatte. Eine andere auffallende, bevorzugte Form der Verbreitung ist jedoch — abgesehen von der vorwiegend in Bearbeitungsrichtung erfolgten Verschleppung des Virus — nicht festzustellen. Die Erkrankung einzelner Stauden, die keinen unmittelbaren Kontakt mit den Infektionsquellen gehabt haben, ist mit Sicherheit auf eine Infektion während der Bearbeitung zurückzuführen. Wie wir bei der Versuchsdurchführung beobachten konnten, wurden z. B. beim Striegeln nicht nur Blätter beschädigt, sondern oft Pflanzenteile abgerissen und mehrere Meter weit verschleppt. Auf diese Weise ist die starke Verseuchung der ursprünglich gesunden Sorte Merkur zustande gekommen.

Die Verletzungen, die als Folge der Feldbearbeitung eine Virusübertragung nach sich ziehen können, sind recht unterschiedlich; sie erstrecken sich z. B. vom abgebrochenen Epidermishaar bis zur Gewebequetschung. Dem-

zufolge wird auch das Ausmaß der Virusdurchseuchung einer Staude und damit auch der Tochterknollen mehr oder weniger verschieden sein. Im Bestand der Flava I fanden wir an zwei Stellen bei drei hintereinander stehenden Stauden folgenden Virusbesatz:

2/13*)	1/21
15/15	15/15
6/16	1/15.

Die jeweils mittlere Staude wird wahrscheinlich nach einer starken Verletzung bei der Bearbeitung infiziert worden sein, so daß die gesamte Pflanze einschließlich der Tochterknollen systemisch erkrankte. Von dieser Staude aus ist dann das Virus vermutlich erst beim Schließen des Bestandes auf die Nachbarpflanzen durch Blattkontakt übergetreten, so daß deren Verseuchung entsprechend geringer ist. Außerdem besteht die Möglichkeit, daß diese Stauden zu einem noch späteren Zeitpunkt infiziert worden sind; denn nach Bercks (4) ist der Primärbefall um so schwächer, je später der Infektionstermin liegt. Bei unserem Versuch war — wie aus den in Tabelle 2 zusammengefaßten Werten hervorgeht — die Nachkommenschaft befallener Stauden verhältnismäßig stark vom Virus durchsetzt, und zwar erkrankte im Durchschnitt etwa ein Drittel der Tochterknollen.

Tabelle 2

Knollenverseuchung primärinfizierter Stauden

	Anzahl X-viruskranker Knollen / Nachkommenschaft infizierter Stauden
Flava	150 / 563 = 27 %
Ackersegen	94 / 261 = 36 %
Merkur	88 / 253 = 35 %

Eine ähnliche Verseuchungsquote (70/263 = 27 %) fanden wir bei einem weiteren Versuch, bei dem drei Reihen gesunder Flava zwischen vier Reihen X-viruskranker Pflanzen derselben Sorte aufwuchsen. Hansen (6) stellte bei einer gleichartigen Versuchsanordnung mit mehr Infektionsquellen eine Rate von 40 % fest, und bei Bercks (5) ergab sich unter anderen Verhältnissen sogar ein Maximum von 55 % Knolleninfektionen im Durchschnitt.

Wie zu erwarten, stimmen die Zahlen verschiedener Autoren nicht überein; sie lassen jedoch eindeutig eine verhältnismäßig hohe Quote erkennen, so daß die vollständige Verseuchung einer Sorte innerhalb weniger Jahre nichts Außergewöhnliches darstellt — vorausgesetzt, daß diese Sorte nicht hinsichtlich des X-Virus (latente Stämme!) immer wieder bereinigt und isoliert angebaut wird. Der Grad der Ausbreitung wird sich allerdings nach den örtlichen Gegebenheiten und damit nach den zahlreichen, hier besprochenen Faktoren richten, zu denen nach neuesten Untersuchungen von Bercks (5) auch der Wind zu rechnen ist.

*) 2/13 = 2 X-viruskranke unter 13 Tochterknollen.

Zusammenfassung

Bei der oberirdischen Übertragung des Kartoffel-X-Virus im Feld wirken zahlreiche Faktoren zusammen, auf die im einzelnen eingegangen wird.

Der Kontakt zwischen gesunden und kranken Stauden und die Feldbearbeitung (u. a. das Striegeln) haben etwa den gleichen Einfluß auf den Grad der Virusausbreitung in einer Sorte. Bei der Feldbearbeitung können Geräte und Zugtiere kranke Pflanzen verletzen und Teile von ihnen bzw. ihren Saft auf beschädigte gesunde Stauden verschleppen, so daß eine Infektion eintritt.

Die Größenordnung dieser Faktoren wurde in einem umfangreichen Versuch mit drei Kartoffelsorten (1300 Pflanzstellen) bestimmt, deren X-Virusbesatz nach Lage und Umfang bekannt war. Bei Überprüfung der Tochterknollen ergab sich, daß der Virusbesatz bei zwei Sorten mit verhältnismäßig niedriger Befallsstärke im Durchschnitt um das 2,5fache zugenommen hatte. In die dritte, anfangs X-virusfreie Sorte war das Virus allein durch Bearbeitung eingeschleppt worden und hatte den Bestand zu 8 % verseucht.

Der X-Virusbesatz der Tochterknollen primärinfizierter Stauden betrug im Durchschnitt 33 %.

Literaturverzeichnis

1. Anonym: Annual Report 1953, Scottish Plant Breeding Station, Edinburgh, S. 23.
2. — —: Annual Report 1954, Scottish Plant Breeding Station, Edinburgh, S. 17—18.
3. Bartels, R., 1953: Ein Beitrag zur Frage der Wurzelübertragung des Kartoffel-X-Virus. Züchter **23**, 280—284.
4. Bercks, R., 1953: Vergleichende Untersuchungen über den X-Virus-Befall an Laub und Knollen einer Kartoffelsorte nach Primärinfektion. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **5**, 37—38.
5. — —, 1956: Feldversuche über die Ausbreitung des Kartoffel-X-Virus. Züchter **26**, 155—157.
6. Hansen, S. E., 1955: The spread of potato virus X in the field. Proc. 2nd Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen 1954, 100—101.
7. Loughnane, J. B., and Murphy, P. A., 1938: Dissemination of potato virus X and F by leaf contact. Sci. Proc. Royal Dublin Soc. **22**, 1—15.
8. Roberts, F. M., 1946: Underground spread of potato virus X. Nature **158**, 663.
9. Stapp, C., und Bartels, R., 1952: Fortgeführte Untersuchungen über den Nachweis des X-Virus in Kartoffeldunkelkeimen. Züchter **22**, 298—303.

Aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Obstbau, Heidelberg

Phytophthora cactorum (LEB. et COHN) SCHROET. als Schaderreger an Früchten der Erdbeere

Von

A. SCHMIDLE

Mit 6 Abbildungen

Schäden an Erdbeerfrüchten durch *Phytophthora cactorum* sind in der deutschen Pflanzenschutzliteratur nur selten gemeldet worden. Einen im vergangenen Jahre aufgetretenen Schaden nehme ich deshalb zum Anlaß, um Näheres über den Pilz mitzuteilen. Das scheint mir auch deshalb geboten, weil der Pilz derzeit an Obstgehölzen stärker auftritt und somit sein Wirtspflanzenkreis eine besondere Beachtung verdient.

1. Umfang des Schadens

Der erwähnte Schaden entstand 1955 in einer 2,5 Ar großen drei- bis fünfjährigen Erdbeeranlage an einem Südwesthang in Heidelberg. Nach Angaben des Besitzers haben sich derartige Schäden bereits im Jahre 1954 gezeigt. Bei der Ortsbesichtigung machte die Pflanzung, die in Bandkultur angelegt war, einen gesunden Eindruck. Schäden am Wurzelwerk waren nicht festzustellen, an den Blättern fand sich vereinzelt *Mycosphaerella fragariae.* Befallen waren nur die Früchte der dreijährigen Pflanzen, während diejenigen der ein- und zweijährigen kaum Krankheitssymptome zeigten. Einen Schutz gegen die Erde durch Unterlage von Stroh bzw. Holzwolle hatten die Früchte nicht erhalten. Die Ernteausfälle betrugen nach Angaben des Besitzers anfangs 80 %; später ließen sie nach, um gegen Ende der Saison fast zu verschwinden. Unter Berücksichtigung des anfänglich erzielten höheren Preises soll durch die Ernteausfälle ein Verlust von etwa 50 % der möglichen Einnahme entstanden sein.

2. Krankheitsbild

Die Untersuchung ergab, daß auf Früchten kurz vor der Reife wäßrig weiche Stellen von verschiedener Größe vorhanden waren, die von weiß zu blaßrosa mit lila oder blauviolettem Farbton wechselten. Die übrigen Teile waren dagegen noch fest. Schon wenige Stunden später wurden die ganzen Früchte weich und schmeckten dann bitter. Auch an unreifen, noch grünen Erdbeeren waren manchmal ähnliche Verfärbungen zu finden. Zuweilen

traten weiche Stellen auf, die gelbbraun verfärbt waren. Wurden die Früchte aufgeschnitten, so war unter den beschriebenen Stellen das Fruchtfleisch glasig bis wäßrig, manchmal braun verfärbt. Die mikroskopische Kontrolle ergab, daß das Fruchtfleisch von einem querwandlosen Myzel durchzogen war, das zu *Phytophthora cactorum* (LEB. et COHN) SCHROET. gehörte, wie sich später erwies. Die beschriebenen Symptome weichen von der im Ausland als „leather rot" bekannten durch *Phytophthora cactorum* hervorgerufenen Krankheit insofern ab, als bei der „leather rot" die Früchte ledrig und fest werden, während sie in unserem Falle weich wurden. Die möglichen Ursachen für diesen Unterschied werden später diskutiert.

3. Das Verhalten des Pilzes in Reinkultur

Aus den oben beschriebenen verfärbten Stellen gelang die Isolation des Pilzes leicht. In Reinkultur auf künstlichen Nährböden zeigt er ein rein weißes, lockeres, wenig verzweigtes Luftmyzel; im Nährboden gewachsen ist das Myzel dagegen unregelmäßig verzweigt und lappig ausgebuchtet (Abb. 1 a). Die Hyphen haben einen Durchmesser von 3,5 bis 5 μ, manchmal auch bis 8 μ und sind querwandlos; nur in älteren Hyphen sind Querwände vorhanden. Solche Hyphen haben dann meist ihren Plasmainhalt verloren.

Auf Wasseragar (1000 Teile Wasser, 2 Teile Agar-Agar) bildet der Pilz leicht Zoosporangien, und zwar in der Weise, daß eine Hyphe terminal zu einer Kugel anschwillt, aus der dann das Zoosporangium entsteht. Basal davon wächst indessen die Hyphe weiter, wobei das bereits entstandene Zoosporangium auf die Seite geschoben wird (Abb. 1 b, 1 c). Dieser Vorgang kann sich mehrere Male wiederholen, so daß die Sporangiophore mit den Zoosporangien ein monochasiales Sympodium bildet (Abb. 1 d). Die Zoosporangien sind ei- bis birnenförmig und zeichnen sich terminal, seltener lateral durch eine deutlich hervortretende Papille aus, die stark verdickt ist (Abb. 1 e, 1 f, 2). Die Größe der Zoosporangien schwankt, je nach dem verwendeten Nährmedium, beträchtlich (Tabelle 1).

Bei der Bestimmung des Pilzes wurden die Maße der Zoosporangien zugrunde gelegt, die sich nach den Angaben von WATERHOUSE und BLACKWELL

Tabelle 1

Maße der Zoosporangien in μ in verschiedenen Nährböden
1 bis 3 = je 50 Messungen, 4 = 200 Messungen

	Nährmedium	Mittelwerte	Extremwerte
1.	Kartoffel-Glukose-Agar	19,8 × 15,3	16–23 × 13–18
2.	Wasseragar	32,1 × 25,4	26–37 × 22–29
3.	Hängetropfen (Wasser)	31,6 × 23,9	26–38 × 20–29
4.	Myzel gewachsen auf Petris Nährlösung, anschließend in Wasser übergeführt	40,1 × 29,9	33–52 × 24–35

Abb. 1. a) Myzel; b), c) in Bildung begriffene Zoosporangien; d) Sporangiophore mit Zoosporangien; e), f) Zoosporangien. a), d), f) in Wasser-Agar; b), c), e) erhalten durch Übertragung des Myzels von Petris Nährlösung in Wasser

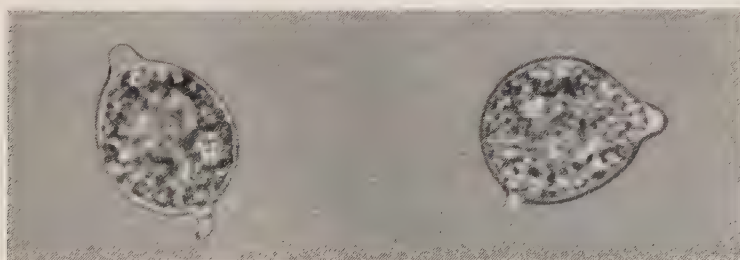


Abb. 2. Zoosporangien im Hängetropfen (672 ×)

(1954) durch Überführung des in Petris Nährlösung gewachsenen Pilzes in destilliertes und sterilisiertes Wasser ergaben. Die Entleerung der Zoosporen (Abb. 3), die in den Zoosporangien schon vorgebildet sind, erfolgt ohne die Bildung eines Fortsatzes, wie er bei Pythium bekannt ist. Die Zoosporen sind ei- bis birnenförmig und besitzen zwei Geißeln. Auch die Keimung der Zoosporangien konnte beobachtet werden.

Sowohl auf Kartoffel-Glukose-[1]) wie auch auf Hafermehlagar[2]) treten reichlich Oogonien und Antheridien auf, deren Größen aus Tabelle 2 zu entnehmen sind, ebenso wie diejenigen der Oosporen. Die Oogonien sind kugelig und farblos; sie laufen in eine konische Basis aus (Abb. 4 a bis 4 e). Die Bildung der Oogonien setzt auf Hafermehlagar nach etwa zwei bis drei Tagen sehr stark ein, auf Kartoffel-Glukose-Agar erst nach sechs bis zehn Tagen. Die Antheridien sind stets „paragynous" (Abb. 4b, 4c). Die Oosporen sind kugelig, meist farblos, manchmal gelb gefärbt. Im Gewebe befallener Früchte wie auch im Gewebe von Früchten, die vier bis sechs Tage zuvor künstlich infiziert wurden, konnten Oogonien gefunden werden, dagegen nie Zoosporangien. Bei 25° C wächst der Pilz auf Kartoffel-Glukose-Agar in zehn Tagen ungefähr 9 bis 10 cm im Durchmesser und zeigt ein auffälliges Muster (Abb. 5). Sein Wachstumsmaximum liegt zwischen 31° und 32° C.

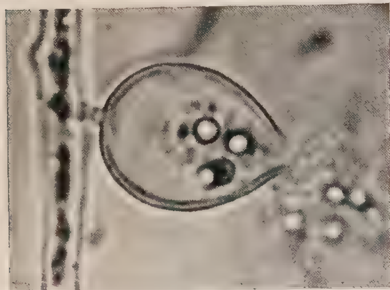


Abb. 3. In Entleerung befindliches Zoosporangium im Hängetropfen (1000 ×)

Tabelle 2

Maße der Oogonien, Oosporen und Antheridien in μ auf verschiedenen Nährmedien

Auf Hafermehlagar 200 Messungen, auf Kartoffel-Glukose-Agar und auf Erdbeerfrüchten je 50 Messungen

	Hafermehlagar		Kartoffel-Glukose-Agar		Erdbeerfrüchte	
	Mittelwerte	Extremwerte	Mittelwerte	Extremwerte	Mittelwerte	Extremwerte
Oogonien	27,4	22–33	27,9	24–30	29,1	26–35
Oosporen	24,3	20–28	24,8	21–27	26,7	20–29
Antheridien	12,9×9,3	9–18×7–13	13,4×10,6	11–14×8–11	—	—

Auf Grund der hier beschriebenen Merkmale und unter Berücksichtigung der Arbeiten von BLACKWELL (1943, 1949), MIDDLETON (1952), TUCKER (1931)

[1]) 40 Teile roher Kartoffelsaft, 60 Teile aqua dest., 2 Teile Agar-Agar, 2,5 Teile Glukose.

[2]) Nach CLINTON 100 g Hafermehl, 700 g aqua dest., eine halbe Stunde gekocht, dann durch ein Tuch gepreßt und 15 g Agar-Agar mit Wasser auf 1000 aufgefüllt.

sowie von WATERHOUSE und BLACKWELL (1954) handelt es sich bei dem vorliegenden Pilz um eine *Phytophthora*, und zwar m. E. um *Phytophthora cactorum* (LEB. et COHN) SCHROET. Zur Sicherheit wurde der Pilz noch mit einer aus dem „Instituut voor Schimmelcultures" in Baarn bezogenen Reinkultur von *Phytophthora cactorum* verglichen. Hierbei konnten hinsichtlich der Zoosporangien- und Oogonienmaße keine wesentlichen Unterschiede gefunden werden.

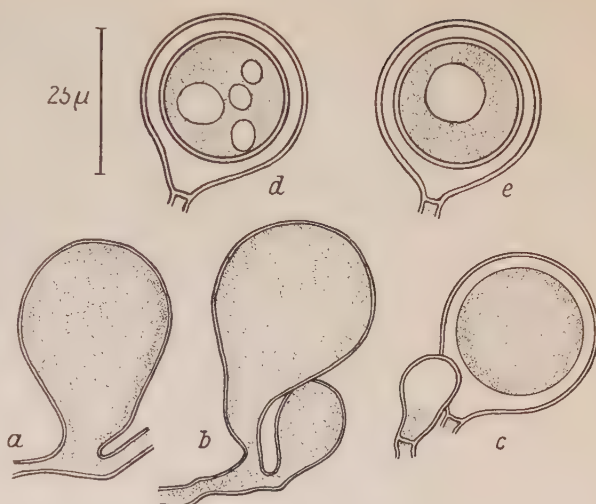


Abb. 4. Verschiedene Entwicklungsstadien von Oogonien, Oosporen und Antheridien. a), b) vor Abgrenzung gegen die Traghyphe; c) nach Abgrenzung gegen die Traghyphe; d), e) Oospore bei Eintritt in die Ruheperiode. a) bis d) auf Hafermehl-Agar

Einige Versuche, durch Einimpfen von Myzel unter sterilen Bedingungen in Früchte von verschiedenem Reifegrad das oben beschriebene Krankheitsbild zu erzielen, führten zu keinem eindeutigen Ergebnis. Es zeigte sich folgendes: Auf den in Kulturschalen befindlichen Früchten machte sich bei Zimmertemperatur nach etwa fünf Tagen ein grauweißer Flaum von Pilzmyzel bemerkbar, das sich nach der Reisolation als zu *Phytophthora cactorum* gehörig erwies. Die Früchte nahmen einen schmutzig braunen Farbton an, blieben mehr oder weniger fest oder wurden weich. Verschiedentlich machten sich Sekundärinfektionen durch *Rhizopus nigricans* oder *Botrytis cinerea* bemerkbar.

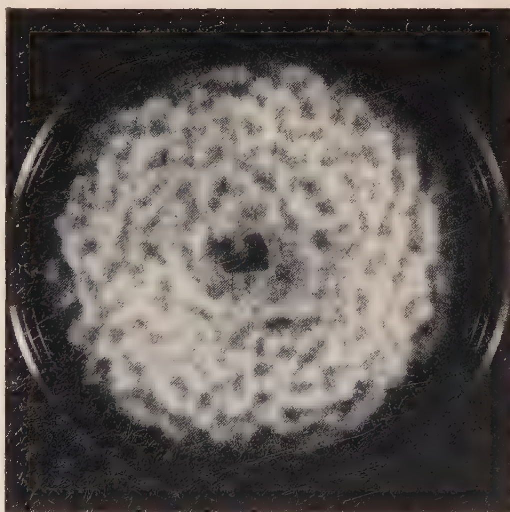


Abb. 5. Plattenkultur auf Kartoffel-Glukose-Agar

4. Besprechung der Ergebnisse an Hand der Literatur

Die ersten Berichte über *Phytophthora cactorum* (als *Ph. omnivora* berichtet) als Schaderreger an Erdbeerfrüchten stammen von OSTERWALDER (1912). Bei einer Infektion durch den Pilz soll die rote Farbe der Früchte verbleichen; die Befallsstellen sollen sich dann bräunen, wobei das Frucht-

fleisch zähe wird und eine gummiartige Beschaffenheit annimmt. Nach OSTERWALDER ruft *Phytophthora* eine Trockenfäule, *Botrytis* dagegen eine Weichfäule hervor. Später berichtete ROSE (1924) in einer ausführlichen Arbeit über eine durch *Phytophthora cactorum* hervorgerufene Fäule, die Erdbeerfrüchte aller Reifestadien befällt. Charakteristisch ist zuerst ein leichtes Weichwerden des Gewebes. Es wird dann aber zunehmend hart und ledrig, es entfärbt sich und entwickelt einen bitteren Geschmack. Bei jungen Früchten werden die befallenen Stellen braun, an älteren ist nur die Mitte braun, umgeben von einer dunkelbraunen bis purpurfarbenen Zone. Angegriffene Stellen von reifen Früchten sollen kaum eine Farbänderung zeigen. Befallen wurde vor allem die Sorte Klondike. Die Schäden betrugen über 20 % der Gesamternte, in manchen Fällen bis zu 75 %. RIEHM (1928) erwähnt in SORAUERS Handbuch, daß die durch *Phytophthora cactorum* hervorgerufene Erdbeerfruchtfäule sehr verbreitet ist, eine nähere Beschreibung findet sich dort aber nicht.

Die in den genannten Arbeiten mitgeteilten Krankheitsbilder weichen von meinen Feststellungen insofern ab, als die Früchte dort entweder gummiartig und zähe, oder ledrig und hart wurden, während sie hier eine weiche, fast breiige Beschaffenheit annahmen; obwohl derselbe Erreger isoliert werden konnte. Die Untersuchungen von ARNAUD (1930) dürften für die Abweichung eine gewisse Erklärung geben. Er beobachtete nämlich, daß der Reifegrad der Früchte zur Zeit der Infektion das Krankheitsbild stark beeinflußt. Unreife Früchte sollen hart und dunkelbraun werden und zur Austrocknung neigen, während reife weich werden und in der Farbe von leuchtend rot zu milchig rosa übergehen. Daß es sich bei dem Erreger um *Phytophthora cactorum* handelte, ist nach den Abbildungen nicht zu bezweifeln. Die Oogoniengrößen gibt ARNAUD mit 28 μ an. Das von mir beschriebene Krankheitsbild erinnert auch an eine kurze Mitteilung von SHERBAKOFF (1924), der an halbreifen und reifen Erdbeerfrüchten eine „lilac soft rot“ feststellte. Allerdings hat er ein *Pythium* isoliert, doch fehlt eine genauere Beschreibung des Krankheitsbildes wie auch des Erregers. Schon ROSE (1924) vermutet, daß die „lilac soft rot“ von SHERBAKOFF mit der von ihm beschriebenen „leather rot“ identisch sein könnte. Bei der nahen Verwandtschaft von *Pythium* und *Phytophthora* ist eine Verwechslung denkbar. Erwähnenswert sind noch die Angaben von KIRCHNER (1923), nach denen *Phytophthora cactorum* eine Braunfäule verursacht, während *Pythium de Baryanum* HESSE ein Blaß- und Weichwerden des Fruchtfleisches hervorrufen soll. Auch hier fehlen genauere Angaben und Literaturhinweise, die man einer weiteren Diskussion zugrunde legen könnte.

Aus den vorangegangenen Ausführungen ist ersichtlich, daß das Erscheinungsbild der durch *Phytophthora cactorum* hervorgerufenen Fruchtfäule an Erdbeeren sehr variabel ist. Es hängt offenbar stark ab vom Reifegrad der Früchte zur Zeit des Befalls. Durch Infektionsversuche an Früchten von verschiedenem Reifegrad unterschiedliche Krankheitsbilder zu erzielen, führte nicht zu dem gewünschten Erfolg. So berichtet auch ROSE (1924), daß die

künstlichen Infektionen zwar leicht gelingen, jedoch nicht das typische Krankheitsbild wie im Freiland erzeugen.

Osterwalder (1912), Rose (1924), Arnaud (1930) und Beaumont und Hodson (1931) bringen das starke Auftreten der *Phytophthora*-Fäule an Erdbeerfrüchten mit regenreichen Jahren oder mit starken Regenfällen in Zusammenhang. Besonders Rose (1924, 1926) gibt Beobachtungen wieder, die zeigen, daß zwischen den gefallenen Regenmengen und der Fäule enge Beziehungen bestehen. Das Maximum des Schadens trat etwa drei bis vier Tage nach dem Regen auf. Folgt der Regenperiode warmes Wetter, so ist die Gefahr besonders groß. In dem von mir erwähnten Fall trat die Fäule sehr stark zwischen dem 11. und 14. Juni 1955 auf, nach einer Regenperiode von vier Tagen (Abb. 6). Feuchtes Wetter ist für die Ausbreitung des Pilzes besonders günstig, weil dann die Pflanzen von einem Feuchtigkeitsfilm überzogen sind, der die Ausbreitung der Zoosporen ermöglicht. Hinzu kommt, daß in unserem Falle die Früchte nicht mit Stroh oder Holzwolle unterlegt waren und deshalb keinen Schutz gegen den Erdboden hatten, in dem der Pilz vorhanden ist. Auch an Myzelinfektionen bei Berührung der Früchte mit dem Boden ist zu denken. Ob den Infektionen Verletzungen der Früchte vorausgehen müssen oder nicht, ist noch ungeklärt.

Versuche zur Bekämpfung des Pilzes mit Kupfer- und Schwefelmitteln zeigen nach Rose (1924) eine günstige Wirkung, erwiesen sich aber vom wirtschaftlichen Standpunkt aus gesehen als unbefriedigend. Erfolgversprechender erscheinen dagegen Unterlagen von Stroh und Holzwolle, um die Früchte vom Boden abzuheben. Beaumont, Hodson und Staniland (1932) berichten, daß sie mit dieser Maßnahme, wenn sie rechtzeitig angewandt wurde, einen vollen Erfolg erzielen konnten. Abschließend sei noch bemerkt, daß in der Erdbeeranlage des hiesigen Instituts im Jahre 1955 die durch *Phytophthora cactorum* hervorgerufene Fäule ebenfalls auftrat, aber nur vereinzelt, und nicht ins Gewicht fiel. Hier waren die Erdbeeren mit Holzwolle unterlegt. Ob diese Maßnahme allein die Ausdehnung der Fäule verhindert hat, kann allerdings nicht mit Bestimmtheit gesagt werden.

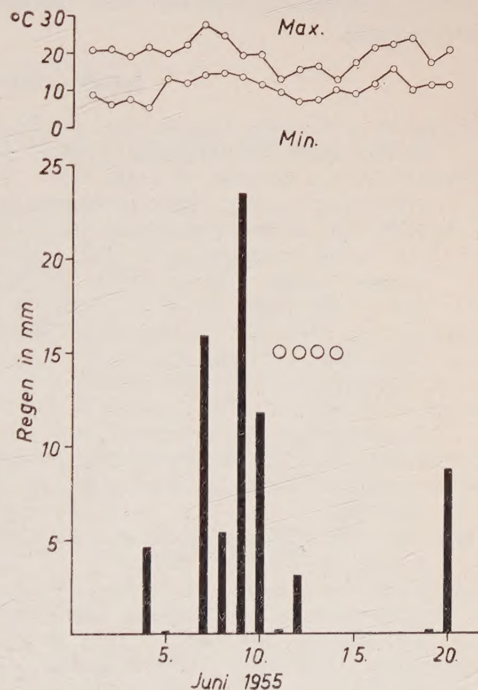


Abb. 6. Die in der Zeit vom 1. bis 20. Juni 1955 gefallene Regenmenge, Maximum- und Minimum-Temperaturen. ○ besonders starkes Auftreten der *Phytophthora*-Fäule

Zusammenfassung

1. Im Jahre 1955 trat an Erdbeeren eine Fäule auf, welche bei Früchten, die kurz vor der Reife standen, wässrig-weiche Stellen von verschiedener Größe hervorrief. Die Stellen wechselten in ihrer Farbe von weiß zu blaßrosa mit lila oder blauviolettem Farbton, die übrigen Teile waren zunächst noch fest. Befallene Früchte wurden in kurzer Zeit weich und schmeckten bitter.

2. Als Erreger der Fäule konnte *Phytophthora cactorum* (LEB. et COHN) SCHROET. ermittelt werden. Die wichtigsten taxonomischen Merkmale wurden beschrieben.

3. *Phytophthora cactorum* ist im Ausland als Erreger der sogenannten „leather rot" an Erdbeerfrüchten bekannt. Von diesem Schadbild weichen die in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Symptome ab. Die möglichen Ursachen für diese Unterschiede werden diskutiert.

4. Die durch *Phytophthora cactorum* hervorgerufene Fruchtfäule steht wahrscheinlich ursächlich in engem Zusammenhang mit klimatischen Bedingungen, vor allem mit Regenperioden.

5. Dem Auftreten der Krankheit kann wahrscheinlich durch Unterlegen der Früchte mit Holzwolle weitgehend vorgebeugt werden. Eine Behandlung mit Kupfer- und Schwefelmitteln zeigte nach ausländischen Erfahrungen zwar gewisse Erfolge, war jedoch vom wirtschaftlichen Standpunkt gesehen unbefriedigend.

Literaturverzeichnis

ARNAUD, G. et M., 1930: La pourriture des Fraises et les Phytophthorées. Rev. path. Vég. et Ent. Agric. **17**, 349—351.

BEAUMONT, A. and HODSON, W. E. H., 1931: Seventh Annual Report of the Seale-Hayne Agricultural College, Newton Abbot, Devon, for the year ending September 30, 1930. Ref. in Rev. appl. Mycol. **10**, 1931, 435.

— —, — — and STANILAND, L. N., 1932: Eighth Annual Report of the Seale-Hayne Agricultural College, Newton Abbot, Devon, for the year ending September 30, 1931. Ref. in Rev. appl. Mycol. **11**, 1932, 558.

BLACKWELL, E., 1943: The life History of *Phytophthora cactorum* (LEB. & COHN) SCHROET. Trans. Brit. Myc. Soc. **26**, 71—89.

— —, 1949: Terminology in *Phytophthora*. Mycol. Pap. C. M. I. **30**, 24 pp.

KIRCHNER, O. VON, 1923: Die Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. S. 577, Ulmer, Stuttgart.

MIDDLETON, J. T., 1952: Generic concepts in the *Pythiaceae*. T. Plantenziekt. **58**, 226—235.

OSTERWALDER, A., 1912: Die *Phytophthora*-Fäule bei Erdbeeren. Landw. J. Schweiz **26**, 318—319.

RIEHM, E., 1928: *Peronosporineae*, in SORAUERS Handb. der Pflanzenkrankheiten, Band II, 5. Aufl., S. 411, Parey, Berlin.

ROSE, D. H., 1924: Leather rot of Strawberries. J. agric. Res. **28**, 357—376.

— —, 1926: Relation of Strawberry fruit rots to weather conditions in the field. Phytopathology **16**, 230—232.

SHERBAKOFF, C. D., 1924: Three little known diseases of Strawberries. Phytopathology **14**, 60.

TUCKER, C. M., 1931: Taxonomy of the genus *Phytophthora* DE BARY. Res. Bull. Mo. agric. Exp. Sta. **153**, 208 pp.

WATERHOUSE, G. M. and BLACKWELL, E. M., 1954: Key to the species of *Phytophthora* recorded in the British Isles. Mycol. Pap., C. M. I. **57**, 9 pp.

Verlag: Paul Parey, (1) Berlin SW 68, Lindenstr. 44-47, Tel. 61 44 68/69. Herausgeber: Prof. Dr. E. Gäumann, Zürich 6, Universitätsstr. 2, Prof. Dr. M. Klinkowski, Aschersleben, Ermslebener Str. 52, und Prof. Dr. H. Richter, Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Straße 19. Printed in Germany. Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SO 36. — Erscheinungsweise: Jährlich etwa 10—12 Hefte (4 Hefte = 1 Band).